

MARISA MARIA AUMONDI COSTA SILVA

**AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO
MICROBIOLÓGICO EM RESÍDUOS
HOSPITALARES INFECCIOSOS**

Dissertação apresentada como requisito parcial à
obtenção do grau de mestre, pelo Programa de
Pós-Graduação em Engenharia Ambiental –
Departamento de Engenharia Sanitária e
Ambiental, do Centro Tecnológico da
Universidade Federal de Santa Catarina

Orientador: Sebastião Roberto Soares

**FLORIANÓPOLIS
2000**

**AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO MICROBIOLÓGICO EM RESÍDUOS
HOSPITALARES INFECCIOSOS.**

MARISA MARIA AUMONDI COSTA SILVA

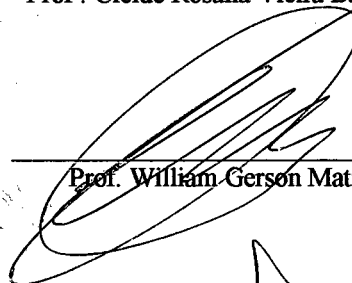
Dissertação submetida ao corpo docente do Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de

MESTRE EM ENGENHARIA AMBIENTAL
na Área de Tecnologias de Saneamento Ambiental.

Aprovado por:



Prof. Cleide Rosana Vieira Batista, Ph.D.



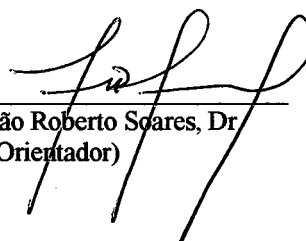
Prof. William Gerson Matias, Dr.



Eliete Auxiliadora Ourives, MSc.



Prof. Flávio Rubens Lapolli, Dr.
(Coordenador)



Prof. Sebastião Roberto Soares, Dr.
(Orientador)

FLORIANÓPOLIS, SC – BRASIL
DEZEMBRO/2000

*Ao meu marido Luiz Paulo e
às nossas filhas Carolina e Raquel*

AGRADECIMENTOS

Ao Orientador pela dedicação e apoio prestados ao longo dos estudos.

À equipe de colaboradores diretos na pesquisa Gustavo R. Silva, Luciana Borba Benetti e Vanessa da Cunha Rocha, os quais empreenderam seu esforço e dedicação.

À UFSC, bem como, à Coordenadoria de Pós- Graduação da Engenharia Sanitária e Ambiental, pela oportunidade concedida e apoio para a efetização dos estudos.

Ao Hospital Universitário da UFSC, pela pronta contribuição na forma de doação de materiais, bem como, à Enf. Zulmira da CCIH, pela ajuda dispensada.

Ao Biotério Central, que efetuou as coletas de materiais de carneiro.

Ao CNPq e FINEP pela colaboração no custeio dos experimentos microbiológicos, e divulgação da pesquisa, tendo sido esta incluída no PROSAB II, Tema 3: Projeto Valorização de componentes de resíduos sólidos de coletas especiais, Sub-projeto I.

Ao Laboratório Central de Saúde Pública de Santa Catarina (LACEN/SC), no qual se efetivaram os experimentos microbiológicos, em especial às pessoas do Diretor Geral Jorge Abrahão, da Gerente Técnica Maria Atheneus, e das bioquímicas que realizaram as análises Cristina M.M. Oliveira, Rita de Cássia C. Bertoncini e Sandra Christakis, os quais empregaram todo empenho para a viabilização dos trabalhos.

Ao Hospital Governador Celso Ramos (HGCR), pela receptividade e total colaboração para a realização da fase de composição gravimétrica, especialmente ao Diretor Geral, ao Diretor Administrativo, aos membros componentes da Comissão de Controle de Infecções Hospitalares, aos enfermeiros responsáveis pelas Unidades pesquisadas, e à chefia e funcionários do Serviço de Higiene e Limpeza.

À empresa Dquest Consulting Ltda., que patrocinou parte da pesquisa.

Às empresas, as quais prontamente mostraram- se interessadas no assunto “resíduos de serviço de saúde”, e tão logo requisitadas prestaram contribuição à pesquisa:

- BASA (Caxias do Sul/RS) - doou 4 litros de Soro Fisiológico;

- DESCARPACK (SP/SP) - doou luvas de látex, sacos branco-leitosos (de vários tamanhos), máscaras descartáveis, aventais descartáveis, caixas especiais para materiais perfuro-cortantes, e outros;
- *johnson&johnson* (SP/SP)- setor MEDICAL - doou 4 caixas de luvas estéreis, 6 litros de Microshield (PVP-I) e 1.000 pacotes de gaze estéril;
- REPECON (São José, SC) - cedeu equipamentos para cortar os materiais.

A todos aqueles que, de uma forma ou de outra, colaboraram para que este trabalho fosse realizado.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE QUADROS	ix
LISTA DE TABELAS	x
LISTA DE REDUÇÕES	xi
RESUMO	xiv
ABSTRACT	xv
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Justificativa	4
1.2. Objetivos	5
1.2.1. Gerais	5
1.2.2. Específicos	5
1.3. Limitações	6
2. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	7
2.1. Situação dos Resíduos de Serviços de Saúde no Brasil	7
2.2. Definições	9
2.3. Legislação e Normalização	16
2.4. Classificação	21
2.5. Definição das Responsabilidades	32
2.6. Risco Atribuído aos RSS	33
2.7. Gerenciamento dos RSS	37
2.7.1. Geração, Segregação e <u>Minimização</u>	39
2.7.2. Acondicionamento	43
2.7.3. Coleta Interna I	46
2.7.4. Coleta Interna II	47
2.7.5. Armazenamento	48
2.7.6. Coleta Externa	49
2.7.7. Tratamentos e Destino Final	49
2.8. Resíduos Hospitalares e Infecções Hospitalares	65

2.8.1. Epidemiologia das Infecções Hospitalares	67
2.8.2. Resistência e Imunidade.....	69
2.8.3. Microrganismos Mais Frequentes nas Infecções Hospitalares.....	70
2.9. Bactérias: características gerais.....	76
2.9.1. Crescimento das Bactérias	77
2.9.2. Contagem das Bactérias	80
2.9.3. Microrganismos Utilizados nessa Pesquisa	82
3. METODOLOGIA	86
3.1. Composição Gravimétrica dos Resíduos Hospitalares Infectantes (RHI).....	88
3.1.1. Levantamento de Dados Gerais.....	89
3.1.2. Localização e Definição das Fontes Geradoras	91
3.1.3. Definição dos Resíduos Pesquisados.....	92
3.1.4. Materiais e Métodos.....	93
3.1.5. Resultados.....	94
3.1.6. Composição do <i>Resíduo Tipo</i>	100
3.2. Avaliação Microbiológica.....	104
3.2.1. Materiais e Métodos.....	105
3.2.1.1. Microrganismos utilizados e determinação da concentração	106
3.2.1.2. Estabelecimento dos momentos de análise.....	107
3.2.1.3. Testes de esterilidade do <i>resíduo tipo</i>	108
3.2.1.4. Testes com as cepas de referência	108
3.2.1.5. Padronização das soluções- inóculo	109
3.2.1.6. Preparação das soluções- inóculo.....	109
3.2.1.7. Preenchimento dos recipientes	109
3.2.1.8. Adição da fração líquida e inoculação.....	110
3.2.1.9. Inoculação.....	110
3.2.1.10. Contagem de Colônias	111
3.2.1.11. Controle de qualidade.....	114
3.2.1.12. Repetições.....	114

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	116
5. CONSIDERAÇÕES E RECOMENDAÇÕES	125
GLOSSÁRIO.....	129
FONTES BIBLIOGRÁFICAS.....	132
Bibliografia Referenciada	132
Bibliografia Consultada	141
ANEXOS	

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Hierarquia dos Resíduos.....	16
Figura 2 - Curva de Crescimento Bacteriano	78
Figura 3 - Produção Setorial de Resíduos (%massa), em Relação aos 30 Sacos Analisados.....	96
Figura 4 - Porcentagem de Cada Componente Sólido Encontrado nos 30 Sacos Analisados.....	98
Figura 5 - Esquematização das Etapas do Experimento Microbiológico.....	113
Figura 6 - Crescimento de <i>Escherichia coli</i> Obtido nas Séries de Experimentação.....	117
Figura 7 - Crescimento de <i>Pseudomonas aeruginosa</i> Obtido nas Séries de Experimentação.....	119
Figura 8 - Crescimento de <i>Staphylococcus aureus</i> Obtido nas Séries de Experimentação.....	120
Figura 9 - Crescimento das Espécies Bacterianas Inoculadas, na Série I da Experimentação.....	122
Figura 10 - Crescimento das Espécies Bacterianas Inoculadas, na Série II da Experimentação.....	122
Figura 11 - Crescimento das Espécies Bacterianas Inoculadas, na Série III da Experimentação.....	123

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Comparação das Classificações de RSS	23
Quadro 2 - Classificação de Resíduos Hospitalares, Segundo a OMS.....	24
Quadro 3 - Classificação de Resíduos Hospitalares, Segundo Guia para o Manejo Interno de Resíduos Sólidos em Estabelecimentos de Saúde da OPAS	26
Quadro 4 - Classificação de Resíduos Infecciosos, Segundo a EPA	27
Quadro 5 - Classificação dos RSS, Segundo a NBR12808	29
Quadro 6 - Classificação dos RSS, Segundo Resolução nº 5 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA.....	31
Quadro 7 - Membros Representativos da Microbiota normal por Segião Corporal.....	71
Quadro 8 - Características das Bactérias Seleccionadas.....	85

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Comparação Entre Resíduos Domiciliares e RSS.....	35
Tabela 2	- Microrganismos Envolvidos na Maioria das IH	74
Tabela 3	- Principais Microrganismos Isolados em Infecções no HGCR	75
Tabela 4	- Massa Média Seca de Cada Componente Sólido Encontrado nos 30 Sacos Analisados.....	97
Tabela 5	- Massa Média de Cada Componente Líquido Encontrado nos 30 Sacos Analisados.....	98
Tabela 6	- Fração Líquida do <i>Resíduo Tipo</i>	100
Tabela 7	- Massa seca de Cada Componente Sólido	101
Tabela 8	- Composição da Fração Sólida do <i>Resíduo Tipo</i>	102
Tabela 9	- Parâmetros Físicos dos Componentes do <i>Resíduo Tipo</i>	103

LISTA DE REDUÇÕES

Siglas

ABNT	- Associação Brasileira de Normas Técnicas
AIDS	- acquired immunodeficiency syndrome
ATP	- adenosine triphosphate
BHI	- Brain and Heart Infusion
BP	- Baird-Parker
CC	- Centro Cirúrgico
CCIH	- Comissão de Controle de Infecções Hospitalares
CDC	- Center for Disease Control and Prevention
CNEN	- Comissão Nacional de Energia Nuclear
CONAMA	- Conselho Nacional de Meio Ambiente
DNA	- ácido desoxirribonucleico
BEM	- eosina-azul de metileno
EMERG	- Emergência
EPA	- Environmental Protection Agency
EPI	- Equipamentos de Proteção Individual
FATMA	- Fundação de Amparo à Tecnologia e Meio Ambiente
FR	- Fatores de Risco
HGCR	- Hospital Governador Celso Ramos
HSC	- Health and Safety Commission
IAL	- Instituto Adolfo Lutz
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IC	- Internação Cirúrgica do 2º andar
IH	- Infecções Hospitalares
IN	- Infecções Nosocomiais
IPT	- Instituto de Pesquisas Técnicas
LACEN/SC	- Laboratório Central de Saúde Pública de Santa Catarina
LARESO	- Laboratório de Resíduos Sólidos

LIMPURB	- Departamento de Limpeza Urbana de São Paulo
ME	- Massa específica
MEA	- Massa específica aparente
MIC	- moléstias infecto-contagiosas
MRSA	- <i>Stafilococcus aureus</i> Meticilina-Resistente
MWTA	- Medical Waste Tracking Act
NBR	- Norma Brasileira
NEURO	- Neurotraumatologia/Ortopedia
NIH	- National Institut of Health
NMP	- número mais provável
NNISS	- National Nosocomial Infection Survaillance System
OMS	- Organização Mundial de Saúde
OPAS	- Organização Pan-Americana de Saúde
PC	- Poder calorífico
PGRS	- Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos
PVP-I	- Polivinilpirrolidona-Iodo
RHI	- Resíduos Hospitalares Infecciosos
RNA	- ribonucleic acid
RS	- Resíduos Sólidos
RSS	- Resíduos de Serviços de Saúde
SDM	- Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e meio Ambiente de Santa Catarina
SES	- Secretaria de Estado de Saúde de Santa Catarina
SUS	- Sistema Único de Saúde
USEPA	- United States Environmental Protection Agency
UTI	- Unidade de Tratamento Intensivo
WHO	- World Health Organization

Símbolos

(+)	- positivo
(-)	- negativo
°C	- graus Celsius
§	- parágrafo

C_i	- concentrações finais
ml	- mililitro
g	- grama
pH	- concentração do íon hidrogênio (H^+)
mm	- milímetro
Ca	- cálcio
Zn	- zinco
Na	- sódio
K	- potássio
Cu	- cobre
Mn	- manganês
Mg	- magnésio
Fe	- ferro
Kg	- quilograma
%	- porcentagem
h	- hora
g/l	- grama por litro
J/g	- Joule por grama
C_o	- concentração inicial de bactérias
UFC/ml	- Unidades Formadoras de Colônias por mililitro
UFC/g	- Unidades Formadoras de Colônias por grama
$DI_{50} = ID_{50}$	- dose infecciosa para 50 % dos hospedeiros
$DL_{50} = LD_{50}$	- dose letal para 50 % dos animais infectados em laboratório

Abreviações

Cols.	- colaboradores
N.	- número
V.	- volume

RESUMO

O estudo microbiológico dos resíduos hospitalares infectantes (RHI) teve como objetivo principal o acompanhamento do crescimento de alguns microrganismos presentes, bem como, avaliação do risco por eles representado, com o desenvolvimento de parâmetros que possibilitem a sua caracterização. Desenvolveu-se em três etapas. Primeiramente, buscou-se fazer uma discussão da literatura pertinente, analisando definições, legislação e normalização, examinando as classificações, responsabilidades e os riscos atribuídos aos resíduos de serviços de saúde, o gerenciamento, e a relação entre resíduos hospitalares e infecções hospitalares. Na segunda, estudou-se a composição gravimétrica, ou caracterização física, dos RHI com o objetivo de elaboração de um “resíduo tipo” a ser utilizado como referência no estudo. Na terceira etapa, o “resíduo tipo” foi esterilizado, submetido à inoculação de três bactérias indicadoras selecionadas – *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* e *Pseudomonas aeruginosa* – e mantido a 25°C. O acompanhamento de sua evolução deu-se por um período de 16 dias em cada repetição, num total de quatro repetições, com metodologia adaptada de técnicas de análises de alimentos. Ao final da pesquisa, as três espécies analisadas permaneceram viáveis, dando indícios que microrganismos patogênicos podem persistir por longos períodos nos resíduos.

Palavras-chave: resíduos de serviços de saúde; resíduos hospitalares infectantes; lixo hospitalar; lixo infeccioso; avaliação microbiológica.

ABSTRACT

The microbial study of infectious hospital waste (IHW) focused on the growth of some usually present microorganisms as well as the risk they represent, and the development of parameters to its characterization. It took three steps. First, the discussion of the pertinent literature, the examination of definitions, legislation and technical standards, some classifications, responsibility and risks posed by health care waste, and the relationship between hospital waste and nosocomial infections. Second, it was studied the physical composition of IHW intending to compose a “typical waste” to be used as a reference. And third, the “typical waste” was sterilized, inoculated with three selected indicator bacteria – *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* e *Pseudomonas aeruginosa* – and kept at 25°C. The growth was measured in a 16-days period on each repetition, on a total amount of four repetitions, using adapted methods for the microbiologic examination of food. At the end of research, the three analyzed species remained viable, indicating that pathogenic microorganisms can persist for long periods in wastes.

Key words: health care waste; infectious hospital waste; hospital waste; infectious waste; microbial evaluation.

1. INTRODUÇÃO

Os Resíduos Sólidos vêm sendo cada vez mais estudados ao longo dos últimos anos. As razões são diversas, mas salienta-se a saúde ambiental, a busca da melhoria da qualidade de vida, a saúde das comunidades, as quantidades e a qualidade dos resíduos gerados, a complexidade de sua composição, e os custos de eliminação.

Os Resíduos de Serviços de Saúde (RSS), por sua vez, contam com o adicional temor da sociedade, muitas vezes baseado mais na estética visual e em informações subjetivas do que em fatos científicos comprovados (Rutala & Weber, 1991; Karpiak & Pugliese, 1991; Macknight, 1993; Blankenau, 1993; Casey & Weeks, 1993; Duff, 1993; Burke, 1994). Apesar da importância em se conhecer a fundo a composição qualitativa e quantitativa dos RSS para um gerenciamento seguro e eficiente, somente dados vagos, e muitas vezes contraditórios, são encontrados na literatura dedicada aos resíduos hospitalares (Liberti *et al.*, 1994). Os riscos relativos apresentados por cada tipo de resíduo devem ser considerados na determinação de métodos de gerenciamento apropriados. Como bem colocam Karpiak & Pugliese (1991) e Doheny (1997), no final da década de 80 houve um grande aumento na quantidade de resíduos infecciosos pela aplicação de normas de prevenção criadas a partir do incidente de Nova York e Nova Jersey, com o aparecimento de seringas e outros resíduos nas praias, motivados pelo temor à AIDS e hepatite B. Houve um grande incremento na adoção de materiais descartáveis, assim como, a expansão da definição de RSS pelos legisladores. A referência RSS passou a ser adotada para descrever resíduos que pudessem ser identificados com o cenário de assistência à saúde, sem necessariamente haver uma segregação racional. Tudo que saísse de Centro Cirúrgico, Unidade de Terapia Intensiva e Emergência, por exemplo, era, a título de precaução, considerado como resíduo infeccioso, mesmo materiais abertos e não utilizados e embalagens. Embora tendo ocorrido nos Estados Unidos, esse evento motivou a criação de normas que influenciaram as de outros países, inclusive o Brasil. Nessa época o CDC (Center for Disease Control and Prevention) instituiu as Precauções Universais, um conjunto de medidas preventivas baseado no princípio de que os fluidos corporais de qualquer pessoa poderiam veicular doenças, as quais foram adotadas e ainda são observadas em serviços de saúde de vários países, como também aqui no Brasil, aplicadas

tanto nos cuidados ministrados aos pacientes, como também, na manipulação de resíduos originados nos cuidados a eles prestados. ✓

Por sua composição peculiar, embora heterogênea, e suas características inerentes, os RSS são particularmente importantes para a saúde pública e requerem um plano de gerenciamento diferenciado. Apesar de representar uma pequena parcela em relação ao total gerado em uma comunidade, em torno de 2% dos resíduos totais produzidos, uma cota ainda menor correspondente a 15 a 20%, considerada infectante (Rutala & Weber, 1991; Akutsu *apud* Soares e Cols., 1997), é motivo de preocupação nas comunidades, principalmente quando gerada em hospitais. Esses resíduos são fontes potenciais de disseminação de doenças na sociedade, e ameaçam a segurança dos próprios pacientes e visitantes, assim como, da equipe de trabalho do hospital e manipuladores de resíduos. Esse grupo dos Resíduos Hospitalares Infectuosos (RHI), que constitui parte importante dos RSS, é o objeto deste estudo.

✗ O Guia para o Manejo Interno dos Resíduos Sólidos em Estabelecimentos de Saúde (OPAS, 1997, p. 21) cita que "Na América Latina, a média de geração de resíduos ('por um hospital') varia entre 1,0 e 4,5kg/leito/dia. Desses resíduos, 10 a 40% são considerados perigosos." Vale salientar que entre os 'perigosos' figuram os radioativos, os químicos e farmacêuticos, além dos biológicos e outros. Portanto, é importante pontuar que nem todo o material produzido dentro das unidades de saúde apresenta risco, bem como, pode e deve ser valorizado, como por exemplo os materiais provenientes do setor administrativo. A menção de RSS nos remete à idéia de resíduos hospitalares, porém estes englobam outros produtores, além dos hospitais, como as denominadas fontes difusas por alguns autores, como clínicas médicas, odontológicas e veterinárias, bancos de sangue, farmácias, laboratórios de análise e pesquisa, instituições de ensino e pesquisa na área médica (humana ou animal), enfim, onde existem materiais capazes de causar danos ao homem e ao ambiente, como os biológicos, que podem causar infecções, além de produtos químicos perigosos, materiais perfuro-cortantes, ou ainda, radioativos.

Como se vê, quando o assunto é resíduo hospitalar, as dúvidas começam pela definição e classificação dos mesmos, as quais são refletidas na quantidade de resíduos produzida, e vão influenciar todo o processo de gerenciamento, inclusive seu custo.

Este trabalho constitui o estudo microbiológico dos RHI, isto é, os que entraram em contato com tecidos e fluidos humanos, produzidos por hospitais. Envolve a análise de sua composição gravimétrica, e comportamento evolutivo dos microrganismos presentes, bem como, do risco por eles representado, com o desenvolvimento de parâmetros que possibilitem a sua caracterização.

O estudo, realizado com base em metodologia própria desenvolvida especialmente para este fim, abrange revisão bibliográfica no capítulo 2, que traz uma abordagem sobre os resíduos no contexto brasileiro, definições, legislação e normalização pertinentes, as classificações, a definição das responsabilidades e os riscos atribuídos aos RSS, além do gerenciamento e relação entre resíduos hospitalares e infecções hospitalares. No capítulo 3, são apresentadas as metodologias utilizadas nas pesquisas de campo, com o levantamento de dados gerais do hospital cujo resíduo serviu de base para a determinação do “resíduo tipo”, localização e definição das fontes geradoras de resíduos, caracterização dos resíduos, elaboração de um *RHI tipo* e acompanhamento do crescimento microbiológico. O capítulo 4 é dedicado à apresentação dos resultados obtidos ao longo da pesquisa e devidas discussões, e o 5, traz considerações e recomendações pertinentes.

Os resultados contribuem no dimensionamento do risco dessa família de resíduos hospitalares, subsidiando a elaboração e execução do gerenciamento de forma eficaz e econômica. Segundo estudos realizados por Soares e Cols. (1997), em torno de 50% dos resíduos coletados como hospitalares poderiam ser tratados como comuns. Da fração efetivamente classificada como infectante, sabe-se somente que ela oferece um potencial de risco à saúde pública, porém não se conhece a amplitude deste potencial. Além do mais, os resultados obtidos oferecem subsídios para a racionalização de custos com a coleta e tratamento de resíduos hospitalares, pois a definição das condições em que um resíduo necessitaria de tratamento especial poderia acarretar uma redução de riscos de contaminação e, eventualmente, de custos.

1.1. JUSTIFICATIVA

A composição e o comportamento dos RSS devem ser conhecidos com detalhes, para que se possa encontrar a solução técnica e econômica mais apropriada para a sua eliminação. Como os riscos reais que os RSS representam para a saúde pública não são bem conhecidos, a opção que se apresenta é trabalhar de forma preventiva (Rushbrook, 1997).

A dificuldade em se separar os resíduos nos hospitais leva à produção de um montante maior de resíduos potencialmente infectados. Os custos de coleta, transporte e eliminação de RSS são superiores àqueles dos resíduos de classe II em função da necessidade de prevenção do risco de transmissão de doenças, exigindo maior rigor técnico de eliminação. Tal atitude é justificada pelo desconhecimento do comportamento dos microrganismos presentes nos RSS e amparada pela legislação, que exige gerenciamento e tratamento diferenciados para esse tipo de resíduo.

O estudo dos RSS deve, portanto, abordar :

- o tratamento adequado dos resíduos infecciosos, para se evitar a incidência de infecção hospitalar;
- a presença de sangue e dos demais líquidos e tecidos corporais, que representam importante meio de cultura para o desenvolvimento de microrganismos, e ainda, a umidade e a temperatura, que com o decorrer do tempo são fundamentais para sua proliferação;
- a quantificação e qualificação dos patógenos, seu tempo de viabilidade e virulência, que são características determinantes na condição de contaminação;
- o estabelecimento de parâmetros para que se possa avaliar objetiva e cientificamente o risco de transmissão de doenças dos Resíduos Hospitalares Infecciosos, refletindo em segurança na tomada de decisões quanto ao manuseio, acondicionamento, transporte e eliminação dos mesmos.

A partir destas considerações, e de sua estreita relação com o gerenciamento dos Resíduos Hospitalares Infecciosos, é importante o conhecimento não apenas da quantidade de resíduos gerada, mas de sua composição e comportamento evolutivo microbiológico, que são objetos de estudo deste trabalho.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Gerais

- analisar experimentalmente a evolução temporal do crescimento bacteriano em resíduos hospitalares infecciosos;
- verificar o período de viabilidade de certos microrganismos indicadores de contaminação.

1.2.2. Específicos

- avaliar a composição gravimétrica de resíduos hospitalares infecciosos;
- elaborar um *resíduo tipo* a ser utilizado como referência no estudo;
- observar o crescimento bacteriano em resíduos hospitalares infecciosos;
- verificar a necessidade de pré-tratamento, ou não, para disposição em aterro sanitário.

1.3. LIMITAÇÕES

- impossibilidade de análise dos resíduos hospitalares infecciosos in natura, isto é, colhidos diretamente das fontes geradoras, pois os laboratórios contactados apresentaram oposição em recebê-los por motivos de segurança. Dessa maneira, optou-se pela preparação de um *resíduo tipo* semelhante àquele;
- impossibilidade da realização do experimento em laboratório em repetições simultâneas, devido à falta de espaço físico, material e pessoal em número suficiente. Assim, estas foram realizadas sequencialmente.

2. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

Esse capítulo busca estabelecer um referencial teórico que dê apoio e direcionamento à pesquisa. Faz uma abordagem sobre os resíduos no contexto brasileiro, compila e analisa as definições e a legislação e normalização pertinentes. São discutidas as classificações internacionais e brasileiras existentes, a definição das responsabilidades e os riscos atribuídos aos RSS, e no gerenciamento são apresentadas formas de disposição final praticadas e algumas tendências. A última seção trata da relação entre resíduos hospitalares e infecções hospitalares, já com as implicações do contato entre o homem e os microrganismos.

2.1. SITUAÇÃO DOS RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE NO BRASIL

Em relação à assistência direta de saúde à população humana, segundo as informações do DATASUS 1999¹ quanto aos estabelecimentos de assistência à saúde do SUS, há um total de 55.000 unidades ambulatoriais para atendimento odontológico, pequenas cirurgias, sala de gesso e cirurgia ambulatorial. Quanto ao atendimento hospitalar, a rede conta com 6.450 hospitais que dispõem de 490.000 leitos. Nesse ano, houve um total de 11.950.797 internações hospitalares pagas pelo Sistema Único de Saúde – SUS. Não estão contabilizados os atendimentos que não necessitaram de internação e, da assistência privada não conveniada.

O Guia para o Manejo Interno dos Resíduos Sólidos em Estabelecimentos de Saúde da OPAS (1997) sugere a criação de indicadores pela avaliação de centros similares obtidos por meio de amostragens, que resultem em informações sobre *quilogramas de resíduos sólidos*

¹ DATASUS, Sistema de Informações do Sistema Único de Saúde, Ministério da Saúde, Secretaria Executiva. Informações de Saúde, Rede Ambulatorial e Rede Hospitalar. On line: <http://www.datasus.gov.br/>.

por leito de internação e por dia, ou sobre quilogramas de resíduos sólidos por consulta e por dia, por exemplo. Coloca que a média de geração de resíduos varia entre 1,0 e 4,5kg/leito/dia na América Latina, dos quais 10 a 40% são considerados perigosos. Os resíduos perigosos compreendem uma gama de resíduos, cuja periculosidade pode estar relacionada ao seu conteúdo químico, biológico ou radioativo, ou a sua capacidade de provocar ferimentos por ser perfurante ou cortante.

Soares e Cols. (1997) sugerem a aplicação da taxa de geração em relação aos leitos ativos, obtida experimentalmente. Os autores argumentam que, sendo o leito a unidade de referência dos hospitais, a representação em termos de leito ocupado reflete a produção efetiva, não sendo considerados os leitos inativos, pois nem sempre a taxa de ocupação é de 100%; da mesma forma, são considerados nessa taxa apenas os resíduos infectantes. Assim, aplicando a taxa de geração de 1,22kg de resíduo infectante/leito ativo/dia sobre o total de 11.950.797 internações pagas SUS em 1999 (365 dias), a produção atinge aproximadamente 40 toneladas/dia de RHI (não foi considerada a média de permanência por leito ocupado).

Apesar da grande geração de resíduos, são poucas as instituições que possuem um plano gerenciamento. Atualmente, este é adotado principalmente em grandes cidades, e muitas vezes apenas em hospitais-escola.

Muitas municipalidades arcam com a responsabilidade e o ônus pelo recolhimento, tratamento e destinação final de todos os resíduos produzidos pelos hospitais, como é o caso do município de São Paulo desde abril/1987 (Palamanos, 1999). A mesma autora traz também o exemplo do município de Florianópolis, onde a prefeitura executa, ou faz a contratação, desses serviços, e repassa os custos de operação e manutenção aos geradores. Porém, como o disposto na Resolução CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente) nº 5 de 1993 (Brasil, 1993d), essa cabe integralmente aos geradores, ficando o poder público e órgãos ambientais encarregados da normalização e fiscalização do cumprimento dos padrões exigidos.

A cidade de São Paulo é a pioneira, segundo a Revista de Saúde pública n.º 8 de julho/agosto de 1977 (apud Soares e Cols., 1997), que relata como o primeiro serviço público de coleta hospitalar no Brasil, o realizado pelo LIMPURB (Departamento de Limpeza Urbana de São Paulo), a partir de 08/03/1977. Na época, eram produzidas 3000 toneladas por mês de

resíduos em ambiente hospitalar, possuindo uma taxa de 2,88kg/leito/dia, compreendendo todo o resíduo produzido nos hospitais.

Em relação ao País, pode-se aplicar a mesma situação encontrada em Santa Catarina, conforme o levantamento de dados sobre resíduos sólidos municipais feito pela Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e meio Ambiente (SDM) deste Estado (Santa Catarina,a). A pesquisa constou da aplicação de questionários enviados a todas as Prefeituras entre 1996/98, e revela que 107 dos 293 municípios que formam o estado contam com coleta diferenciada para os resíduos hospitalares. Como forma de destinação a esse tipo de resíduo, 92 municípios referiram incineração (os autores salientam haver confusão entre esse termo e queima sem controle, muitas vezes a céu aberto), 39 praticam disposição a céu aberto, 23 em aterro sanitário (mais uma vez, os autores informam confusão entre termos, referindo algum tipo de aterramento como aterro sanitário), 34 informaram ter seus resíduos hospitalares enterrado/fossa/valas, e 11 em aterro controlado. A propósito dos aterros sanitários, informa que até dezembro de 97 havia três licenciados pelo órgão de meio ambiente do Estado, a FATMA.

2.2. DEFINIÇÕES

Os Resíduos Hospitalares Infecciosos (RHI), conforme indicado pelo termo, restritos aos produzidos em hospitais, constituem o objeto desta pesquisa, e portanto, devem ser claramente definidos. São muitas as razões que dificultam a adoção de uma definição, iniciando pela existência de várias delas, pelas inconsistências que apresentam, e pela evolução que ocorre constantemente nos materiais e técnicas hospitalares, entre outras. Além do mais, em muitos casos, são adotadas definições de outros países, sem a devida adaptação, pois cada país cria suas definições e usa termos específicos de acordo com sua realidade.

Para melhor compreensão, faz-se necessária a definição de forma mais abrangente, começando pelo grupo maior onde estão inseridos, os Resíduos. *Resíduo* é, de forma geral, aquele produto ou fração que, por um motivo ou outro, deixou de cumprir seu papel original. Dessa maneira, passa a ser um resíduo, o qual poderá deixar de sê-lo no momento em que lhe for atribuído outro uso ou valor. Já em relação ao termo *lixo*, este vem sendo muito utilizado, não apenas popularmente, mas também em Normas e publicações científicas. Nesta pesquisa, optou-se pela denominação resíduo, pois entende-se que aquele material que, em muitas circunstâncias, não tem mais serventia, em outras pode converter-se em matéria valorizável e aplicada a algum propósito. Assim, não lhe é dado o sentido de finitude implícito na denominação *lixo*.

A definição de *Resíduos Sólidos (RS)* é uma tarefa difícil de ser realizada em virtude dos inúmeros fatores relacionados à sua origem e formação. Estes fatores são representados por variações sazonais, condições climáticas, costumes e hábitos das diversas regiões, urbanização e economia local e nível de desenvolvimento tecnológico. Tal definição também depende da atividade exercida por quem está discorrendo sobre o assunto.

Por estes motivos existem várias definições para os RS, como por exemplo, a apresentada por Mota (1997) define “O lixo - resíduos sólidos das atividades humanas [...]”, cuja composição “[...] varia de cidade para cidade, em função das características de cada lugar, dos hábitos e do poder aquisitivo da população”. A definição é bastante simplista, genérica, e pouco elucidativa.

O manual Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde (Santa Catarina, s/d, p. 7), emitido pela Secretaria de Estado de Saúde (SES) de Santa Catarina cita:

Define-se como ‘lixo’ o conjunto heterogêneo de resíduos sólidos resultantes das atividades diárias do homem, cuja composição normal é de objetos sem valor ou utilidade, porção de materiais com pouca ou nenhuma significação econômica, sobras de processamentos industriais, comerciais ou domésticos, além dos resíduos provenientes dos estabelecimentos prestadores de serviços de saúde.

A definição da Norma Brasileira NBR10004 (ABNT, 1987g, p. 1-2) da Associação Brasileira de Normas Técnicas ABNT, reza:

Resíduos nos estados sólido e semi-sólido que resultam de atividades da comunidade de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalação de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis, em face à melhor tecnologia disponível.

Os *Resíduos de Serviços de Saúde (RSS)* representam um tipo de RS, constituído de diferentes materiais. Assim como nos resíduos sólidos em geral, este tipo de resíduo também apresenta várias definições, não apenas no Brasil, mas no mundo, sendo algumas mais claras, outras dando margem a interpretações.

Os termos RSS referem-se a resíduos institucionais, não sendo considerados os de igual natureza gerados nos domicílios, como por exemplo os produzidos no cuidado de enfermos, ou de injeções de insulina por diabéticos, ou mesmo provenientes do uso ilegal de drogas injetáveis. Os estabelecimentos de assistência à saúde compreendem todas aquelas entidades que, de forma direta ou indireta, prestam assistência à saúde do indivíduo, incluindo as que empregam materiais químicos, biológicos, radioativos e radiológicos para diagnóstico e tratamento. Por exemplo, clínicas médicas e de exames diagnósticos, hospitais, clínicas de vacinação, serviço de patologia clínica e diagnóstica, bancos de sangue, consultórios odontológicos, laboratórios de pesquisa humana e animal, farmácias, clínicas veterinárias, entre outros.

Da definição depende o tipo de gerenciamento adotado, influenciando em todas as suas etapas, principalmente na classificação. Algumas definições de RSS encontradas na bibliografia são apresentadas a seguir.

No Guia para o Manejo Interno de Resíduos Sólidos em Estabelecimentos de Saúde (OPAS, 1997, p. 14-15), os RSS são denominados “resíduos hospitalares”, e definidos como “os detritos gerados nos estabelecimentos de saúde durante a prestação de serviços assistenciais, inclusive os gerados pelos laboratórios.” Quanto aos estabelecimentos de saúde, a definição é:

Hospital, sanatório, clínica, centro clínico, centro médico, maternidade, salas de primeiros socorros e todo estabelecimento onde se pratica atendimento humano ou animal, em qualquer

nível, com fins de prevenção, diagnóstico, tratamento e reabilitação. Também se consideram estabelecimentos de saúde os estabelecimentos onde são realizadas pesquisas.

A Environmental Protection Agency (EPA) (USEPA, 1986a) traz a definição expedida pelo Congresso Americano, a qual coloca os RSS dentro dos resíduos perigosos:

[...]um resíduo sólido, ou combinação de resíduos sólidos, que devido a sua quantidade, concentração, ou características físicas, químicas, ou infecciantes podem (A) causar ou contribuir significativamente no aumento da mortalidade ou no aumento de doença incapacitante reversível ou irreversível; ou (B) apresentar substancial perigo presente ou potencial à saúde humana ou ao ambiente quando imprópriamente tratado, armazenado, transportado, ou descartado, ou em outras palavras, gerenciado.

A NBR12807 (ABNT,1993f), que define a terminologia dos RSS, define os RSS como "resíduo resultante de atividades exercidas por estabelecimento gerador, de acordo com a classificação adotada pela NBR12808", e Estabelecimento Gerador como "instituição que, em razão de suas atividades, produz resíduos de serviços de saúde." Pela mesma norma, Serviço de Saúde é "estabelecimento gerador destinado à prestação de assistência sanitária à população".

A Resolução nº 5/93 CONAMA, a qual se encontra mais detalhada no item 2.3., trata dos resíduos sólidos em geral, inclusive os de serviços de saúde. Em seu artigo primeiro, ela usou a definição existente para resíduos sólidos em geral, contida na NBR10004, de 1987, que trata da classificação dos RS, e diz que "resíduos sólidos são resíduos no estado sólido e semi-sólido que resultam das atividades da comunidade de origem: industrial, doméstica, *hospitalar*, comercial, agrícola, de serviços de varrição, [...]" (Brasil,1993d).

Observa-se a falta de clareza e especificidade nas definições apresentadas nas normas e na resolução nacionais que, associadas à repetição de termos, pouco definem. Por essa razão, os pesquisadores e estudiosos brasileiros acabam por adotar e adaptar as definições proveniente de outros países e seus órgãos reguladores.

Morel & Bertussi Fº (1997, p. 520) apresentam os RSS como sendo:

[...] todo aquele gerado por prestadores de assistência médica, odontológica, laboratorial, farmacêutica, instituições de ensino e pesquisa médicas relacionados tanto à população humana quanto veterinária que, possuindo potencial de risco, em função da presença de materiais

biológicos capazes de causar infecção, produtos químicos perigosos, objetos perfurantes-cortantes efetiva ou potencialmente contaminados, e mesmo rejeitos radioativos, requerem cuidados específicos de acondicionamento, transporte, armazenamento, coleta, tratamento e disposição final.

Sua definição procura ser ampla e específica, de modo a contemplar os diversos tipos de RSS produzidos de forma direta e indireta na assistência à saúde ao incluir os resíduos químicos e radioativos, e excluir os administrativos e demais resíduos comuns.

Zanon (1990b) adota a nomenclatura ‘resíduo hospitalar’ e o define como aquele produzido no hospital, “exceto o infectante”; para ele, infectantes são os materiais perfuro-cortantes, de origem doméstica ou hospitalar, que ele recomenda apenas proteção quanto a traumas físicos em embalagens rígidas; os demais resíduos com conteúdo biológico ele trata como resíduos patológicos – “são todos aqueles decorrentes do tratamento de qualquer doença” – e recomenda sepultamento (fetos, órgãos e membros), remoção de líquidos e fezes pelo esgoto sanitário, e para os demais sólidos, autoclavação e aterro sanitário, procedimentos normalmente recomendados pelos demais pesquisadores. É comum nos trabalhos desse autor o emprego dos termos ‘resíduo hospitalar’ e ‘lixo hospitalar’ para se referir tanto ao próprio, quanto a RSS e resíduo infectante, sem levar em conta as particularidades de cada tipo e a hierarquia existente entre eles.

A confusão de termos, usados impropriamente como sinônimos, não ocorre somente no Brasil.

Para Rushbrook (1997, p. 44-428), o uso relativamente recente da terminologia RSS é o mais apropriado quando em relação a todos os tipos de resíduos resultantes de atividades médicas:

O termo atividades de saúde em si mesmo é relativamente novo, afastando assim as antigas definições. É mais e mais freqüente considerar (os RSS) todos os resíduos provenientes de todo o leque de atividades médicas como os resíduos de atividades de saúde sem levar em conta a sua composição. Esta atitude tem por objetivo abandonar a utilização desnorteante, restritiva e por vezes contraditória de termos mais familiares como resíduos médicos, clínicos, hospitalares, infecciosos e patogênicos.

Rutala & Weber (1991, p.579) transmitem a especificidade dos termos ao citar:

Os termos ‘resíduo hospitalar’, ‘resíduo médico’, ‘resíduo médico controlado’ e ‘resíduo infeccioso’ são usados, muitas vezes, como sinônimos. Resíduo hospitalar refere-se a todo resíduo, biológico ou não biológico, que é descartado e sem intenção de uso. Resíduo médico refere-se a material gerado como resultado de diagnóstico ou tratamento de um paciente, como curativos sujos ou cateteres intravenosos. Resíduo infeccioso refere-se à porção do resíduo médico que poderia potencialmente transmitir uma doença infecciosa.

Ainda segundo esses últimos autores citados, o Congresso americano e a EPA usaram ‘resíduo médico controlado’ ao invés de ‘resíduo infeccioso’ no Medical Waste Tracking Act (MWTA) criado em 1988, por entenderem que a possibilidade de transmissão de doença por este era remota, mas que na verdade são sinônimos. “Da mesma forma, ‘resíduo hospitalar’ é erroneamente confundido com ‘resíduo infectado’, quando se sabe que a maior parte dos resíduos produzidos em um hospital é composta de materiais diversos, com uma grande quantidade de material reciclável.” Os resíduos hospitalares, afirmam, correspondem a 1% dos resíduos sólidos municipais, sendo aproximadamente 15% infectados, mas podendo variar de 6% a 45%, dependendo da classificação usada, CDC ou MWTA, respectivamente.

Quanto ao MWTA, cabe ressaltar que o mesmo foi uma lei aprovada pelo Congresso americano, que estabeleceu um programa piloto de gerenciamento de RSS com duração de dois anos (de junho de 1989 a junho de 1991) e aplicação em quatro estados e Porto Rico (USEPA, 1989b). Conforme analisam vários autores, a aprovação ocorreu em um prazo muito curto para o padrão (menos de seis meses), em resposta ao incidente do aparecimento de resíduos, inclusive seringas, em algumas praias da costa leste no verão de 1987-88. Refletiu o temor da sociedade em relação à AIDS e à hepatite, que pressionou os políticos a tomarem uma atitude, tendo sido norteadas mais por razões emocionais do que científicas (Rutala & Weber, 1991; Karpiak & Pugliese, 1991; Blankenau, 1993; Duff, 1993; Macknight, 1993; Burke, 1994). Como excluiu os pequenos geradores e os que dispusessem de tratamento na própria instalação, gerou modificações nos planos de gerenciamento e incentivou o tratamento no próprio gerador. Apesar de ter prazo e abrangência determinados, muitos adotaram os preceitos da MWTA, e por comodidade, ou por temer queda na qualidade de assistência aos pacientes, ou ainda pela resistência apresentada pelos profissionais em segregar os resíduos, passaram a considerar todos os resíduos produzidos em Emergência, UTI e Centro Cirúrgico, inclusive os materiais administrativos e embalagens, e também materiais abertos não utilizados, como resíduos infecciosos, implicando num enorme desperdício de materiais e aumento de custos de eliminação de resíduos (Macknight, 1993).

Segundo Strain & Gröschel (1995), em relação aos *Resíduos Infecciosos (RI)*, uma dificuldade de definição é a impossibilidade, até o momento, de defini-los objetivamente, como ocorre com os químicos e os radioativos. Pode-se definir RI como aquele capaz de causar uma doença infecciosa. Para definir substância capaz de causar uma doença infecciosa, deve-se considerar os fatores epidemiológicos básicos para transmissão de doença, incluindo dose, presença e virulência de um patógeno, susceptibilidade do hospedeiro, e porta de entrada. Os autores citam pele irritada, arranhada ou queimada, mucosa oral e nasal e conjuntiva ocular, principalmente dos usuários de lentes de contato, são conhecidas portas de entrada de numerosas bactérias, fungos e vírus.

Pela NBR12807, RI são “RSS que, por suas características de maior virulência, infectividade e concentração de patógenos, apresentam risco potencial adicional à saúde pública.” (ABNT, 1993f).

A definição de Resíduos Hospitalares Infecciosos (RHI) adotada para essa pesquisa está elaborada com base naquela formulada por Morel & Bertussi F^o (1997) apresentada acima: RHI é aquela parcela dos resíduos sólidos gerados por hospitais que possuem potencial de risco para o homem e o ambiente, em função da presença de materiais biológicos capazes de causar infecção, por estarem efetiva ou potencialmente contaminados. Portanto, serão analisados os resíduos com presença confirmada ou presumida de sangue e dos demais líquidos corporais, os quais representam importante meio de cultura para o desenvolvimento de microrganismos.

A FIGURA 1 procura mostrar os RHI dentro da abrangência e hierarquia onde estão inseridos, partindo do grupo maior para o menor.

FIGURA 1 – HIERARQUIA DOS RESÍDUOS



Resíduos Sólidos Municipais: são os que resultam de atividades gerais da comunidade: domésticos, comerciais, de limpeza urbana, de serviços de saúde, lodos etc.

Resíduos de Serviços de Saúde: provêm da assistência à saúde do homem e animais: clínicas médicas e de exames diagnósticos, hospitais, clínicas de vacinação, serviço de patologia clínica e diagnóstica, bancos de sangue, consultórios médicos e odontológicos, laboratórios de pesquisa humana e animal, farmácias, clínicas veterinárias etc

Resíduos Hospitalares: produzidos por hospitais, constituem aproximadamente 1% dos Resíduos Sólidos Municipais; contêm produtos biológicos, químicos e radioativos, além dos comuns a qualquer outra atividade ou local de origem.

Resíduos Hospitalares Infeciosos: produzidos por hospitais e correspondem a aproximadamente 15% dos Resíduos Hospitalares; contêm materiais biológicos.

2.3. LEGISLAÇÃO E NORMALIZAÇÃO

O gerenciamento de resíduos deve estar de acordo com as Legislações Federal, Estadual e Municipal, sendo parte integrante do processo de Licenciamento Ambiental.

No que se refere a RSS, a legislação brasileira é escassa e bastante recente, e por vezes vaga, dando margem a interpretações. Em geral, segue as orientações de organismos de países

desenvolvidos, principalmente a EPA, e da OMS (Organização Mundial de Saúde). A primeira Lei Federal brasileira que inclui os serviços de saúde data de 1964. Desde então criaram-se algumas leis, e atualmente, a Resolução nº 5/93 do CONAMA é a principal orientação legal para os RSS. As leis listadas a seguir estão em ordem cronológica.

- **Decreto federal 76973/75.** Dispõe sobre normas e padrões para prédios destinados a serviços de saúde, normalizando a *construção de instalações* para o adequado destino final dos despejos.
- **Portaria federal 053/79.** Torna *obrigatória a incineração* de resíduos de estabelecimentos hospitalares. (A incineração não é mais obrigatória desde a edição da Resolução CONAMA 006 de 1991)
- **Resolução federal CNEN- NE 6.05/85.** Esta resolução da Comissão Nacional de Energia Nuclear, de 27 de novembro de 1985, aprova a norma experimental Gerência de Rejeitos Radioativos em Instalações Radioativas. Regulamenta o *gerenciamento dos materiais e rejeitos radioativos* utilizados em hospitais e clínicas de diagnóstico e tratamento.
- **Resolução federal CNEN- NE 3.05/89.** Esta resolução da Comissão Nacional de Energia Nuclear, de 19 de janeiro de 1989, aprova a norma experimental Requisitos de Radioproteção e Segurança para Serviços de Medicina Nuclear.
- **Resolução federal CONAMA 006/91.** *Desobriga a incineração* ou qualquer outro tratamento de queima de resíduos sólidos provenientes de estabelecimentos de saúde, portos e aeroportos, ressalvados os casos previstos em lei e acordos internacionais, e determina que os Estados e Municípios que optarem por não incinerar devem estabelecer normas para o tratamento especial desses resíduos.
- **Resolução federal CONAMA 05/93.** Define procedimentos mínimos para um *plano de gerenciamento dos resíduos sólido*; aplica-se aos portos, aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários e *estabelecimentos prestadores de serviços da saúde*. O plano é documento integrante do processo de licenciamento ambiental dos estabelecimentos em operação ou a serem implantados, elaborado pela administração dos mesmos; deve considerar princípios de reciclagem e soluções integradas ou consorciadas para tratamento e disposição final. Determina que caberá aos

estabelecimentos o gerenciamento de seus resíduos, desde a geração até a disposição final, e que estes devem ter um responsável técnico devidamente registrado em conselho profissional. São contemplados aspectos referentes à geração, segregação, acondicionamento, coleta, armazenamento, transporte, tratamento e disposição final. A incineração ou a esterilização a vapor tornam-se métodos de tratamento de resíduos infectantes *recomendados*, observadas as características de periculosidade de cada resíduo, as condições particulares de emprego das tecnologias e o desenvolvimento tecnológico, a preservação do ambiente e a proteção da saúde pública, e com aprovação prévia do órgão ambiental e de saúde competentes. Ressalta que os aterros sanitários deverão ter previstos sistemas específicos que permitam a disposição de resíduos de serviços de saúde do grupo A.

- **Portaria estadual 1154/SES-SC/97.** Publicada em janeiro/98, fixa, através de Norma Técnica, os parâmetros mínimos necessários para o gerenciamento dos RSS, no âmbito do Estado de Santa Catarina, aplicada a estabelecimentos públicos e privados.
- **Lei municipal Nº 3890/92 do de Florianópolis.** Dispõe sobre separação, coleta e dá outras providências relativas aos resíduos de serviços da saúde; em seu Artigo 1º obriga a separação destes resíduos em três espécies: resíduos infectantes, especiais e comuns, e este último dividido em valorizável e rejeito.

As Normas são relativamente recentes, demonstrando que houve um despertar para o problema que os RSS representam no final dos anos 80, com a intensificação dos estudos ocorrendo em meados da década de 90. Essas normas são, na sua maioria, emitidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), e têm por finalidade principal dar subsídios para seu correto gerenciamento. A seguir, as Normas mais significativas a respeito dos RSS são listadas em ordem cronológica, com o enfoque principal de cada uma.

- **NBR 9190, de Dezembro/1985 - Sacos Plásticos para Acondicionamento de Lixo**- “[...]classifica os sacos plásticos para *acondicionamento* de lixo quanto à finalidade, espécie de lixo, capacidade e tonalidade.” Essa norma é bastante resumida, classificando os resíduos em Tipo I - *lixo domiciliar* e Tipo II - *lixo especial*, que compreende o produzido por hospitais, portos e aeroportos, e de locais onde houver

possibilidade de contaminação patológica. Não consta a especificação do material de devem ser confeccionados os sacos plásticos nem sua espessura, apenas a cor “branca leitosa para sacos Tipo II” e tonalidade cinza para sacos Tipo I usados para lixo solto de restaurante e lixo compactado, e tonalidades claras para lixo doméstico Tipo I. É salientado que “a cor preta não pode ser utilizada para qualquer tipo de saco”, não mencionando para quais situações o será.

- **Normas e Padrões de Construções e Instalações de Serviço de Saúde do Ministério da Saúde/1977** – Determina os padrões básicos para a construção da sala de resíduos, entre outros pontos.
- **NBR 10004, de Setembro/1987 - Resíduos Sólidos - *Classifica*** os resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, enquadrando os RSS na classe I - perigosos - por suas características. Ao todo, são três classes principais: classe I, resíduos perigosos; classe II, não inertes; e classe III, inertes. Dela constam vários anexos com listagens de resíduos perigosos, de constituintes perigosos e substâncias que conferem periculosidade, substâncias agudamente tóxicas e tóxicas, concentração-limite máximo no extrato obtido no teste de lixiviação, padrões para teste de solubilização, e concentração máxima de poluentes e para caracterizar o resíduo como perigoso. Em nota, esclarece que os resíduos radioativos não são objeto dessa Norma, pois são de competência exclusiva da Comissão Nacional de Energia Nuclear.
- **NBR 10007, de 1987 – Amostragem de Resíduos**. Traz o protocolo a ser seguido quando da amostragem de resíduos.
- **NBR 11175, de Julho/1990 - Incineração de Resíduos Sólidos Perigosos : padrões de desempenho** - Trata da *incineração* de resíduos sólidos perigosos, segundo a classificação adotada pela NBR 10004, “exceto aqueles assim classificados apenas por patogenicidade ou inflamabilidade”, logo, não lhes é aplicável. Traz as especificações exigidas para os equipamentos e os devidos padrões de desempenho.
- **NBR 12807, de Janeiro/1993 - Resíduos de Serviços de Saúde** - Define a terminologia empregada em relação aos resíduos de serviços de saúde. É a primeira norma específica para RSS.

- **NBR 12808, de Janeiro/1993** - Resíduos de Serviços de Saúde - *Classifica* os resíduos de serviços de saúde quanto aos riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública. Na classe A estão os infectantes, como os biológicos e materiais que os contêm (bolsas de sangue, gaze, equipos, etc.), e os perfurantes ou cortantes (agulhas, ampolas de vidro, etc.). Na classe B estão os resíduos especiais, que são os radioativos, farmacêuticos e químicos perigosos, e a classe C é formada pelos resíduos comuns, ou seja, os que não se enquadram em A e B e que se assemelham ao domésticos, como os da área administrativa, varrição e restos alimentares que não entraram em contato com os pacientes.
- **NBR 12809, de Fevereiro/1993** - Manuseio dos Resíduos de Serviços de Saúde- Fixa os procedimentos para *manuseio* e processamento interno dos RSS considerados infectantes, especiais e comuns. Traz orientações detalhadas sobre a segregação, acondicionamento, armazenamento e coletas, com a citação dos EPI (Equipamentos de Proteção Individual).
- **NBR 12810, de Janeiro/1993** - Coleta de Resíduos de Serviços de Saúde - Fixa os procedimentos para *coleta* interna e externa dos RSS, sob condições de higiene e segurança. Ressalta que esses resíduos devem ter coleta exclusiva, e determina o intervalo e temperatura de armazenamento, caso a coleta ultrapasse o tempo máximo recomendado. Faz a especificação dos EPI, dos equipamentos de coleta e transporte e dos procedimentos a ser adotados em caso de acidente.
- **NBR 7500, de Janeiro/1994** - Símbolos de Risco e Manuseio para o Transporte e Armazenamento de Materiais - Estabelece os *símbolos* convencionais e seu dimensionamento, para serem aplicados nas unidades de transporte e nas embalagens para indicação dos riscos e dos cuidados a tomar no seu manuseio, transporte e armazenagem, de acordo com a carga contida. O símbolo universal *Substância Infectante* (Anexo 1) deve estar presente nos sacos plásticos branco-leitosos e caixas para descarte de material perfuro-cortante, bem como, de qualquer outra embalagem que contenha material ou substância infectante; a inscrição *infectante* é facultativa; o símbolo, assim como qualquer inscrição, deve ser em preto sobre fundo branco.
- **IPT - NEA 55, de Janeiro/1996** - Recipiente para Resíduos de Serviços de Saúde, Perfurantes ou Cortantes - Especifica as características para *recipientes* destinados à

coleta de resíduos perfurantes e/ou cortantes, exceto coletores exclusivos para o descarte de agulhas. Embora tenha sido elaborada para o Estado de São Paulo, tem sido seguida nacionalmente devido a definir critérios de constituição e padrões de aceitação/rejeição destes recipientes. Revela a preocupação com o material de que é feito o recipiente, em relação aos processos de tratamento e destinação final, descartando o uso de materiais halogenados e poliuretanos na sua confecção.

- **Norma Técnica da Secretaria de Estado de Saúde de Santa Catarina (SES) – Norma Técnica para Manuseio, Acondicionamento, Coleta, Transporte, Tratamento e Destino Final dos Resíduos Hospitalares e Congêneres.** A Norma não apresenta data, mas consta do anexo 1 da Portaria Estadual 1154/SES/97, que entrou em vigor em janeiro de 1998, quando de sua publicação no Diário Oficial do Estado. É baseada na Resolução CONAMA nº 5/93 e nas Normas da ABNT, e visa atender à necessidade de padronização dos procedimentos relativos aos RSS no estado. A classificação adotada é a da NBR12808. Como diferencial, apresenta a listagem dos resíduos que serão destinados à incineração, e o tipo de acondicionamento para os mesmos, tendo padronizado uma caixa para esse fim. Lista os que deverão ser encaminhados para valas sépticas, afirmando, no item 2.6.2. que estas “consistem numa das formas mais seguras e conhecidas para deposição de lixo no solo”, e são exclusivas para o recebimento de resíduos classe A e B (exceto o tipo B1) da NBR12808. Traz orientações sobre os diversos tratamentos e disposição final, apresentando as normas de construção civil dos mesmos.

2.4. CLASSIFICAÇÃO

A classificação adequada dos resíduos gerados em um estabelecimento é de fundamental importância no processo de gerenciamento, resultando em benefícios quanto à segurança, economia e eficiência. Dela depende o sucesso das demais fases do processo de

gerenciamento de resíduos. A partir da classificação chega-se a uma eficiente segregação, com separação de materiais perigosos daqueles que não oferecem riscos e/ou podem ser fonte de renda através de uma valorização na forma de reciclagem ou de reuso. Da mesma forma, reduz o risco de problemas de saneamento ao mesmo tempo que reduz gastos, deixando os tratamentos mais onerosos para as frações que realmente necessitem, e não para todos os resíduos. Uma classificação deve ser completa, contemplando os diferentes tipos de materiais que estarão presentes nos resíduos, mas também, simples de modo a que todos possam facilmente identificar os itens e proceder a segregação, evitando falhas e acidentes.

Há vários tipos de classificação dos resíduos de serviços de saúde utilizados em todo o mundo. De maneira geral, são semelhantes entre si, utilizando praticamente os mesmos fundamentos: segurança física, química e biológica de todos que possam ter contato com esses resíduos, e do meio- ambiente. Segundo Rushbrook (1997), é difícil identificar os princípios que norteiam a classificação dos resíduos das atividades de saúde. Em certos casos, a separação em classes individualizadas visa o tratamento e destino final. Alguns países estabelecem uma ou duas categorias de componentes mais perigosos ou que representem risco, enquanto outros, detalham os componentes em classes ou grupos, especificando por categorias: perfurocortantes, produtos químicos, radioativos, biológicos contaminados e não contaminados, radiográficos e anatômicos. Para ele, os riscos potenciais dos RSS são encarados em certos países como um problema de saúde pública entre tantos outros, não sendo prioridade para certas populações ou políticos. E destaca: “As melhorias duradouras em matéria de saúde pública estão ligadas intrinsecamente às condições econômicas locais e à mobilização da opinião pública.”

O mesmo autor apresenta um quadro onde compara, de forma resumida, as diferentes classificações utilizadas por países europeus, pelos Estados Unidos e pela OMS. De acordo com ele, as diferenças, apresentadas no QUADRO 1, são consequência de divergências na definição empregada por cada país. Por essa razão, a União Européia está elaborando um catálogo europeu de resíduos visando a uniformização de definições e procedimentos quanto ao transporte transfronteiriço e a coleta entre os países membros.

QUADRO 1 - COMPARAÇÃO DAS CLASSIFICAÇÕES DE RSS

OMS – 1985		OMS – 1994	
Prevista inicialmente para os países de alta renda <ul style="list-style-type: none"> • Gerais • Patológicos • Radioativos • Químicos • Infecciosos • Instrumentos cortantes • Farmacêuticos • Embalagens pressurizadas 		Desenvolvida especialmente para os países de baixa renda <ul style="list-style-type: none"> • Sem perigo • Instrumentos cortantes • Infecciosos • Outros de risco/ médicos 	
FRANÇA *	BÉLGICA *	ALEMANHA – 1990	GRÉCIA *
<ul style="list-style-type: none"> • Substâncias perigosas • Cuidados especiais • Cuidados no domicílio 	<ul style="list-style-type: none"> • Gerais (Categoria A) • Clínicos/Infecciosos (Categoria B) • Tóxicos (Categoria C) 	<ul style="list-style-type: none"> • Infecciosos • Restos humanos • Outros 	<ul style="list-style-type: none"> • Gerais • Infecciosos • Outros que necessitem tratam. especial
LUXEMBURGO *	PAÍSES BAIXOS – 1991	ITÁLIA – 1982, 1984	ESPANHA *
<ul style="list-style-type: none"> • Cuidados médicos (risco de infecção somente dentro do hospital) • Cuidados médicos (risco de infecção dentro e fora do hospital) • Não infecciosos 	<ul style="list-style-type: none"> • Anatômicos • Experimentais (animais) • Leitos (de animais) • Isolamentos/ Infecciosos • Patógenos contaminados (provenientes de laboratório) • Instrumentos cortantes • Sangue • Citotóxicos 	<ul style="list-style-type: none"> • Cuidados no domicílio e similares • Médicos e anatômicos • Especiais (inclui doenças infecciosas, laboratórios, substâncias que representam perigo à saúde pública) 	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo 1: semelhantes aos resíduos urbanos • Tipo 2: clínicos e biológicos • Tipo 3: especiais (patológicos ou infecciosos)
PORTUGAL – 1990	DINAMARCA – 1989	REINO UNIDO – 1992	ESTADOS UNIDOS *
<ul style="list-style-type: none"> • Grupo A (contaminados) <ul style="list-style-type: none"> Anatômicos Bacteriológicos Farmacêuticos Ortopédicos Químicos Radiológicos Radioativos Descartáveis • Grupo B (não contaminados) <ul style="list-style-type: none"> Municipais 	<ul style="list-style-type: none"> • Hospitais especializados (entende-se materiais infecciosos, biológicos e instrumentos cortantes) • Outros hospitalares 	<ul style="list-style-type: none"> • Não clínicos • Clínicos <ul style="list-style-type: none"> Grupo A: vestimentas, materiais infecciosos, tecidos humanos Grupo B: instrumentos cortantes Grupo C: laboratórios <i>post-mortem</i> Grupo D: produtos farmacêuticos, químicos Grupo E: líquidos corporais contaminados 	<ul style="list-style-type: none"> • Isolamento • Agentes infecciosos • Instrumentos cortantes • Produtos derivados de sangue • Animais • Citotóxicos • Radioativos

Fonte: Commission des Communautés Européennes, DG XI, 1994 – OMS, 1994, 1995. In: RUSHBROOK, 1997, p 45-429

* o ano não é referido

No quadro, observam-se duas classificações da OMS, pois o órgão faz diferenciações em função do tipo de economia a que se destinam, visando facilitar e estimular o processo de segregação. Por exemplo, há uma classificação para os países componentes da União Européia e ricos, mais completa, e uma simplificada, para os países de média e baixa renda.

O autor não menciona os órgãos expedidores das classificações em cada país, omitindo também a época de algumas delas. Seu objetivo é demonstrar a variedade de possíveis classificações.

A classificação geral da OMS, que abrange todos os RSS gerados, apresentada no QUADRO 2, é o detalhamento das categorias presentes no QUADRO 1, inicialmente prevista para os países de alta renda. Observa-se que os gerais, “semelhantes aos domésticos”, são considerados não perigosos, e os radioativos incluem também os gases. Quanto aos infecciosos, salienta que o perigo está presente nos resíduos provenientes de pacientes com doenças infecciosas, de diálise e isolamento e de animais infecciosos, não considerando a possibilidade de que o paciente pode ser portador de patologia infecciosa não diagnosticada.

QUADRO 2 - CLASSIFICAÇÃO DE RESÍDUOS HOSPITALARES, SEGUNDO A OMS

CATEGORIA	CONSTITUINTES
Resíduos gerais	Resíduos não perigosos semelhantes, por sua natureza, aos domésticos
Resíduos patológicos	Tecidos, órgãos, partes do corpo, fetos humanos e carcaças de animais, assim como sangue e fluidos corporais
Resíduos radioativos	Sólidos, líquidos e gases de procedimentos de análises radiológicas, como os testes para localização de tumores
Resíduos químicos	Incluem os resíduos perigosos (tóxicos, corrosivos, inflamáveis, reativos ou genotóxicos) e não perigosos
Resíduos infecciosos	Resíduos que contêm agentes patogênicos em quantidade suficiente para representar uma ameaça séria, como culturas de laboratórios, resíduos de cirurgia e autópsia de pacientes com doenças infecciosas, dejetos de pacientes de salas de isolamento ou da unidade de diálise e resíduos associados a animais infectados
Objetos perfurocortantes	Qualquer artigo que poderia causar corte ou punção (especialmente agulhas ou navalhas)
Resíduos farmacêuticos	Resíduos da indústria farmacêutica; incluem medicamentos com vazamento, vencidos ou contaminados
Embalagens pressurizadas	Embalagens que contêm gases inertes ou aerossóis e que explodem quando incineradas ou perfuradas

Fonte: WHO, 1985, p. 4-6. In: Andrade, 1997.

A classificação apresentada no Guia da OPAS (1997), o qual foi distribuído a países de língua espanhola e adotado pelo Brasil, foi elaborada para identificar de uma maneira fácil o tipo de resíduo e a fonte geradora; consta de três grupos principais, além de suas subdivisões, os quais estão detalhados no QUADRO 3.

1. resíduos Infecciosos: são aqueles gerados durante as diferentes etapas do atendimento de saúde (diagnóstico, tratamento, imunizações, pesquisas, etc.) que contêm agentes patogênicos. Representam diferentes níveis de perigo potencial conforme o grau de exposição aos agentes infecciosos que provocam doenças.

2. resíduos Especiais: são os resíduos perigosos gerados durante as atividades auxiliares dos estabelecimentos de saúde, que não entraram em contato com os pacientes e nem com agentes infecciosos. Devido a suas características, constituem um perigo adicional para a saúde e meio ambiente.

3. resíduos comuns: são os resíduos gerados pelas atividades administrativas, auxiliares e gerais, que não correspondem a nenhuma das categorias anteriores; não apresentam risco para a saúde, sendo suas características similares aos dos resíduos domésticos.

QUADRO 3 - CLASSIFICAÇÃO DE RESÍDUOS HOSPITALARES, SEGUNDO GUIA PARA O MANEJO INTERNO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM ESTABELECIMENTOS DE SAÚDE DA OPAS

TIPO	CATEGORIA	CONSTITUINTES
1. Infecciosos	a. Materiais provenientes das salas de isolamento do paciente	Resíduos biológicos, excrementos, exsudatos, restos de materiais provenientes de salas de isolamento de pacientes portadores de doenças altamente transmissíveis. Incluem também animais, assim como qualquer material que tenha entrado em contato com estes pacientes
	b. Materiais biológicos	Culturas, amostras armazenadas de agentes infecciosos, meios de cultura, placas de Petri, instrumentos para manipular, misturar ou inocular microrganismos, vacinas vencidas ou inutilizadas, filtros de áreas altamente contaminadas, etc.
	c. Sangue humano e hemoderivados	Sangue de pacientes, bolsas de sangue com prazo de utilização vencido ou sorologia positiva, amostras de sangue para análises, soro, plasma e outros subprodutos. Também se incluem os materiais encharcados ou saturados com sangue, materiais como os anteriores mesmo secos, inclusive plasma, soro e outros, assim como os recipientes que os contêm, como os sacos plásticos, tubos intravenosos, etc.
	d. Resíduos cirúrgicos e anatomopatológico	Dejetos patológicos humanos, inclusive tecidos, órgãos, amostras para análise, partes e fluidos corporais que se removam durante autópsias, cirurgia, etc.
	e. Resíduos perfurocortantes	Elementos perfuro-cortantes que estiveram em contato com pacientes ou agentes infecciosos, inclusive agulhas hipodérmicas, seringas, pipetas de Pasteur, bisturis, tubos, placas de cultura, vidraria inteira ou quebrada, ampolas, etc. Considera-se, também, qualquer objeto perfuro-cortante que foi jogado fora, ainda que não utilizado
	f. Resíduos de animais	Carcaças ou partes de animal infectados, assim como as camas ou palhas usadas, provenientes dos laboratórios de pesquisa médica ou veterinária
2. Especiais	a. Resíduos químicos perigosos	Substâncias ou produtos químicos com características tóxicas, corrosivas, inflamáveis, explosivas, reativas, genotóxicas ou mutagênicas, como quimioterápicos, antineoplásicos, produtos químicos não utilizados, pesticidas fora de especificação, solventes, ácido crômico (usado na limpeza de vidros de laboratório), mercúrio de termômetro, substâncias para revelação de radiografias, baterias usadas, óleos, lubrificantes usados, etc.
	b. Resíduos farmacêuticos	Medicamentos vencidos, contaminados, desatualizados, não utilizados, etc.
	c. Resíduos radioativos	Materiais radioativos ou contaminados com radioisótopos de baixa atividade, provenientes de laboratórios de pesquisa química e biológica; de laboratórios de análises clínicas e de serviços de medicina nuclear. Esses materiais são normalmente sólidos ou líquidos (seringas, papel absorvente, frascos, líquidos derramados, urina, fezes, etc.)
3. Comuns		Papéis, papelões, caixas, plásticos, restos da preparação de alimentos e materiais de limpeza de quintais e jardins, entre outros.

Fonte: OPAS, 1997, p. 35.

A EPA “recomenda” a classificação de resíduos infecciosos em seis categorias, ou classes, conforme observado no QUADRO 4.

QUADRO 4 - CLASSIFICAÇÃO DE RESÍDUOS INFECCIOSOS, SEGUNDO A EPA

CLASSE	DESCRIÇÃO
Resíduos de isolamento	Resíduos biológicos e materiais descartáveis contaminados com sangue, excreções ou exsudatos ou secreções de pacientes humanos ou animais isolados por doenças altamente transmissíveis
Culturas e amostras de agentes infecciosos e biológicos	Espécimes de laboratórios médicos e patológicos; culturas e amostras contendo agentes infecciosos, incluindo os de laboratórios médicos, de patologia, de pesquisa e industriais; resíduos da produção de vacinas e culturas, descarte de vacinas de organismos vivos e atenuados, e placas de cultura e utensílios usados na sua manipulação
Sangue humano e hemoderivados	Sangue desprezado, soro, plasma, e hemoderivados
Resíduos patológicos	Resíduos patológicos humanos, incluindo tecidos, órgãos, partes e fluidos corporais, removidos durante cirurgia, autópsia ou outros procedimentos médicos, e amostras de fluidos corporais e seu recipientes
Perfurocortantes contaminados	Agulhas hipodérmicas, seringas, bisturis, pipetas e vidros quebrados contaminados
Carcasas ou partes de animais infectados, e camas	Carcasas ou partes de animais infectados, assim como as camas ou palhas usadas, de animais que foram intencionalmente expostos a patógenos

Fonte: USEPA, 1986a, p.66

Como *opcional*, a EPA refere a categoria “miscellaneous”, onde figuram resíduos de cirurgia e autópsia, resíduos mistos de laboratório, de unidades de diálise e equipamentos contaminados. A agência acredita que, não havendo unanimidade de opinião quanto aos perigos por eles representados, cabe ao responsável pelo gerenciamento ou por um comitê em cada instituição a decisão. Com a edição do MWTa (ver 2.2.) em 1988 (USEPA, 1989b), foram incluídos os perfurocortantes não usados. As demais categorias foram mais detalhadas e, substituindo a opcional, veio a orientação de considerar como infecciosos os resíduos misturados que contivessem fração de infecciosos. Conforme abordado em Definições (2.2.), o MWTa teve duração de 2 anos, porém, muitos adotaram a classificação e permanecem seguindo-a.

A classificação dos RSS, como se viu, varia de um país para outro, e de uma agência para outra, sendo várias as classificações possíveis, dependendo dos parâmetros adotados e dos

objetivos a que se destinam. Variam também em função da época e do autor que trata do assunto.

No Brasil há várias classificações, nas diferentes esferas federal, estadual e municipal.

Tem-se uma classificação antiga, proposta por Chiarello² (apud Mattoso, 1996), a qual utiliza a terminologia "lixo", atualmente pouco usada em função da idéia que esse termo traz de impossibilidade de valorização do material, e que apresenta dois grupos:

Lixo Séptico: é todo aquele que é contaminado, ou seja, o que é recolhido de salas de operação, enfermarias com pacientes que apresentam moléstias infecto-contagiosas (MIC), incluindo-se resíduos alimentares, além de gases, drenos, etc.

Lixo Não-séptico: é aquele constituído por papéis, vidros, trapos, ciscos em geral, recolhidos de locais onde não há pacientes contagiantes, secretarias, etc. Neste grupo figurarão também as sobras de comida e os resíduos resultantes do preparo dessa comida.

Atualmente há duas classificações de RSS adotadas com efeito normativo para todo o país: a NBR 12808 e a Resolução nº 5/93 do CONAMA. Estão em vigor desde 1º de abril de 1993 e 5 de agosto de 1993, respectivamente, e tomam por base as classificações propostas pela HSC – Health and Safety Commission, pela OMS e pela EPA (Andrade, 1997). Há ainda uma terceira em vigor, anterior às duas, mas que se refere a resíduos sólidos em geral, não sendo específica para os resíduos de serviços de saúde. Trata-se da NBR10004 – Classificação de Resíduos Sólidos – a qual é complementar à 12808. Ela faz referência aos RSS quando cita a atividade hospitalar na definição de resíduos sólidos. Nessa, a classificação é *Classe I – Perigoso*, e define a periculosidade de um resíduo “em função de suas propriedades físicas, químicas ou infecto-contagiosas...” apresentando risco à saúde pública e/ou ao meio ambiente, ou que apresente uma das características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade; *Classe II – não-inertes*; e, *Classe III – inertes*.

O QUADRO 5 apresenta a classificação da NBR12808 (ABNT, 1993e), na qual os resíduos são agrupados em três classes, a saber:

2 Chiarello, A. O problema do lixo nos hospitais. *Revista Paulista de Hospitais*. vol. VII, ano VII, nº 5, p. 44-46, 1959.

QUADRO 5 - CLASSIFICAÇÃO DOS RSS, SEGUNDO A NBR12808

CLASSE	CATEGORIA	CONSTITUINTES
A	Infectantes	
	Tipo A .1 – Biológico	Cultura, inóculo, mistura de microrganismos e meio de cultura inoculado proveniente de laboratório clínico ou de pesquisa, vacina vencida ou inutilizada, filtro de gases aspirados de áreas contaminadas por agentes infectantes e qualquer resíduo contaminado por estes materiais
	Tipo A .2 – Sangue e hemoderivados	Bolsas de sangue após transfusão, com prazo de validade vencido ou sorologia positiva, amostras de sangue para análise, soro, plasma e outros subprodutos
	Tipo A .3 – Cirúrgico, anatomopatológico e exsudato	Tecido, órgão, feto, peça anatômica, sangue e outros líquidos orgânicos resultantes de cirurgia, necropsia e resíduos contaminados por estes materiais
	Tipo A .4 – Perfurante ou cortante	Agulha, ampola, pipeta, lâmina e vidro
	Tipo A .5 – Animal contaminado	Carcaça ou parte de animal inoculado, exposto a microrganismos patogênicos ou portador de doença infecto-contagiosa, bem como resíduos que tenham estado em contato com este
B	Tipo A .6 – Assistência ao paciente	Secreções, excreções e demais líquidos orgânicos procedentes de pacientes, bem como os resíduos contaminados por estes materiais, inclusive restos de refeições
	Especial	
	Tipo B .1 – Rejeito radioativo	Material radioativo ou contaminado com radionuclédeos proveniente de laboratório de análises clínicas, serviços de medicina nuclear e radioterapia (regido pela CNEN- NE-6.05)
	Tipo B .2 – Resíduo farmacêutico	Medicamento vencido, contaminado, interditado ou não utilizado
C	Tipo B .3 – Resíduo químico perigoso	Resíduo tóxico, corrosivo, inflamável, explosivo, reativo, genotóxico ou mutagênico conforme NBR 10004
	Resíduo comum	Resíduos provenientes da área administrativa, dos serviços de jardinagem e restos alimentares que não entraram em contato com o paciente

Fonte: ABNT, 1993e

Classe A - Infectantes: seu potencial de risco está ligado à presença de material biológico, não fazendo ressalva quanto à origem, isto é, não diferencia material provindo de paciente portador de alguma patologia infecciosa. Presume-se que a Norma pode estar considerando o caso de portador assintomático de moléstia ou síndrome transmissível, ou de

patologia não diagnosticada. Os objetos perfuro-cortantes são incluídos, mesmo se limpos, por medida de segurança para a prevenção de acidentes.

Classe B - Especiais: seu potencial de risco está ligado à sua natureza físico-química.

Classe C - Comuns: aqueles que não se enquadram aos tipos A e B, e que, por serem semelhantes aos domésticos, não oferecem risco adicional à saúde pública (segundo a Norma).

Esta forma de classificação e apresentação das categorias estigmatiza os químicos como perigosos, quando, dependendo do ponto de vista, ou do público que a eles está exposto, qualquer resíduo pode ser perigoso.

A classificação do CONAMA apresenta quatro *grupos* de resíduos, conforme mostrado no QUADRO 6.

Grupo A - Resíduos que apresentam risco potencial à saúde pública e ao meio ambiente devido à presença de agentes biológicos. Incluem-se aqui os perfurantes-cortantes.

Grupo B - Resíduos que apresentam risco potencial à saúde pública e ao meio ambiente devido às suas características químicas.

Grupo C - Rejeitos radioativos representados por materiais radioativos ou contaminados por radionuclídeos. São regidos pela Resolução CNEN-NE6.05.

Grupo D: resíduos comuns são todos os outros que não se enquadram nos grupos descritos anteriormente, não havendo especificação ou exemplo.

QUADRO 6 - CLASSIFICAÇÃO DOS RSS, SEGUNDO RESOLUÇÃO Nº 5 DO CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA

GRUPO	CATEGORIA	CONSTITUINTES
A	Presença de agentes biológicos	Sangue e hemoderivados; animais usados em experimentação, bem como os materiais que tenham entrado em contato com os mesmos; excreções, secreções e líquidos orgânicos; meios de cultura; tecidos, órgãos, fetos e peças anatômicas; filtros de gases aspirados de área contaminada; resíduos advindos de área de isolamento; restos alimentares de unidades de isolamento; resíduos de laboratórios de análises clínicas; resíduos de unidades de atendimento ambulatorial; resíduos de sanitários de unidades de internação e de enfermaria; animais mortos a bordo de meios de transporte. Lâminas de barbear, vidros quebrados, bisturis, agulhas
B	Presença de agentes químicos	Drogas quimioterápicas e produtos por elas contaminados; resíduos farmacêuticos, como medicamentos vencidos, contaminados, interditados ou não utilizados; materiais corrosivos, tóxicos, inflamáveis e reativos
C	Rejeitos radioativos	Materiais radioativos ou contaminados por radionuclédeos provenientes de laboratórios de análises clínicas, serviços de medicina nuclear e radioterapia
D	Resíduos comuns	Todos os demais resíduos que não se enquadram nos grupos anteriores

Fonte: Brasil, 1993d

A NBR12808/ janeiro de 1993 apresenta a estruturação em três *classes* principais A, B e C, subdivididas em *tipos*, enquanto a resolução nº 5 do CONAMA/ agosto de 1993, elaborou uma classificação em quatro *grupos* A, B, C e D, a qual consta no anexo da resolução, ao invés de utilizar a existente na Norma. À primeira vista pode parecer um fato sem maiores implicações, mas na prática pode gerar desorientação. Os órgãos reguladores e legisladores devem optar pela simplicidade, concisão e objetividade ao elaborar uma resolução ou norma, o que certamente irá estimular a aplicação de uma e outra.

Ambas consideram a totalidade dos RSS, isto é, resíduos biológicos, especiais e comuns. Observa-se que o *Grupo A* da Resolução nº 5 do CONAMA contém os mesmos itens da *Classe A* da NBR12808, apenas em outra forma de apresentação. Outro diferencial é aglutinar os farmacêuticos e químicos perigosos no *Grupo B*, e tratar dos rejeitos radioativos em um grupo independente. A própria forma de classificação dos materiais já dá um direcionamento à disposição final dos mesmos e a um possível reaproveitamento.

Assim, adota-se, para esta pesquisa, a classificação da Resolução CONAMA nº 5.

2.5. DEFINIÇÃO DAS RESPONSABILIDADES

Para a Resolução nº 5/93 do CONAMA, a responsabilidade pelos RSS é dividida entre o Gerador e o Poder Público Municipal, nas atribuições específicas de cada um.

No seu Artigo 4º, determina que ao gerador cabe o gerenciamento dos resíduos, desde a geração até a disposição final, de forma a atender aos requisitos ambientais e de saúde pública. A Resolução não aborda a prática de contratação de empresa externa para alguma fase do processo, como transporte, tratamento ou destino final. Entretanto, como a responsabilidade do gerador tem como limite final a disposição final, entende-se que a terceirização de alguma etapa não o exime das responsabilidades.

Com essa finalidade, orienta no Artigo 5º, que os geradores possuam um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos para os resíduos gerados diariamente em seus estabelecimentos, o qual é documento integrante do processo de licenciamento ambiental, tanto para a instalação de novas entidades, quanto para os que já funcionam desde antes da publicação da referida resolução. Portanto, os resíduos são de responsabilidade do gerador desde sua criação até o destino final, incluindo o treinamento dos funcionários.

No seu Artigo 14, determina que ao poder público municipal cabe a coleta dos resíduos sólidos comuns, e receberão tratamento e disposição final semelhantes aos determinados aos resíduos domiciliares.

A Resolução diz ainda que o tratamento e a disposição final dos resíduos gerados serão controlados e fiscalizados pelos órgãos de meio ambiente, saúde pública e vigilância sanitária competentes, e estende a instituições interessadas e organizações não governamentais a coordenação de programas que objetivem a aplicação desta Resolução e garantam seu integral cumprimento.

No Estado de Santa Catarina a responsabilidade pelo gerenciamento dos resíduos do tipo *hospitalar é toda* do gerador (Santa Catarina,a).

Em geral, na prática, ocorre uma certa cooperação entre gerador e poder público, em algumas etapas do gerenciamento.

2.6. RISCO ATRIBUÍDO AOS RSS

Segundo a Agência de Proteção Ambiental – EPA, o Instituto Nacional de Saúde – NIH e os Centros de Controle e Prevenção de Doenças – CDC, dos Estados Unidos, os resíduos médicos não representam risco adicional à saúde em relação aos resíduos sólidos produzidos em uma municipalidade (Burke, 1994). A autora analisou publicações dos anos 1991, 92 e 93, e afirma que “todo resíduo tem potencial de causar dano ao ambiente. Os resíduos médicos são mais desagradáveis esteticamente ao público do que danosos ao ambiente; o risco real para o público é muito baixo.”

Anzivino & Colaboradores (1996) concordam; no artigo referido, demonstram que os resíduos domésticos são numericamente mais contaminados do que os RSS provenientes de fontes difusas (clínicas e consultórios humanos e veterinários), e recomendam que ambos recebam tratamento pelo mesmo princípio.

Para Denoyelle (1995), os RSS apresentam risco, sendo fundamental a triagem entre resíduos contaminados e não contaminados, e a eliminação diferenciada. François (1995) destaca, como materiais de risco, os curativos e objetos sujos de sangue e todos os objetos perfuro-cortantes.

Stephanie Raoul³ destaca a dificuldade em obter informações a respeito do risco real representado pelos RHI, pois há muito poucos estudos disponíveis até o momento, mesmo na França. Afirma que “[...]todo tipo de patógeno pode estar presente nos resíduos. Mas até o momento, ninguém pode afirmar sobre os riscos infectantes que eles representam para a

³ S. Raoul é pesquisadora em RHI da agência de projetos da OMS juntamente com Dr. P. Rushbrook; comunicação escrita de 3 de setembro de 1998.

equipe e pacientes. Não sabemos quanto tempo eles vivem nos resíduos, e como são transmitidos aos humanos.”

Vários autores argumentam que os casos existentes de doenças transmitidas pelo resíduo são devidos ao mau uso e/ou manuseio de objetos perfuro-cortantes, bem como de seu acondicionamento insatisfatório, os quais podem propiciar a porta de entrada para o agente patogênico (Zanon, 1990b; Zanon & Eigenheer, 1991; Rutala & Weber, 1991; Mattoso, 1996; Ferreira, 1997). Segundo Burke (1994), “não há na literatura nenhum registro de doenças públicas causadas por resíduos médicos.” Os trabalhadores em saúde que têm contato com pacientes ou os que manipulam os resíduos resultantes desses processos são os mais expostos. As contaminações ocorrem pela manipulação incorreta, e os acidentes com objetos perfurantes ou cortantes, incluindo aqui os vidros quebrados mal acondicionados.

Estudos que tentam elucidar o potencial de contaminação dos RSS provenientes de hospitais obtiveram resultados surpreendentes, pois acreditava-se que os mesmos seriam numericamente mais contaminados que os domiciliares. Entretanto, três grupos de pesquisadores alemães compararam amostras de resíduos domiciliares e hospitalares na década de 80. A TABELA 1 aborda o aspecto quantitativo ao fazer uma comparação entre os resultados encontrados na contagem bacteriana, demonstrando que a incidência foi maior nos domiciliares, para a maioria dos agentes pesquisados, e que em nenhum dos casos apresentados a incidência foi maior nos resíduos hospitalares. A fonte consultada não especifica qual a unidade usada na quantificação; supõe-se que seja a mesma para todos os autores e resíduos.

TABELA 1 - COMPARAÇÃO ENTRE RESÍDUOS DOMICILIARES E RSS *

REFERÊNCIA	MICRORGANISMO	DOMICILIAR	HOSPITALAR
ALTHAUS et al., 1983	bactéria aeróbia	$7,2 \times 10^6$	$5,7 \times 10^5$
	Coliforme	$8,4 \times 10^5$	$1,4 \times 10^5$
	<i>E. coli</i>	$1,3 \times 10^5$	$1,3 \times 10^4$
KALNOWSKI et al., 1983	bactéria aeróbia	$6,1 \times 10^9$	$2,2 \times 10^6$
	bactéria Gram negativa	$6,0 \times 10^7$	$7,2 \times 10^4$
	<i>Streptococcus</i> grupo D	$1,0 \times 10^7$	$2,9 \times 10^5$
	anaeróbias facultativas	$9,6 \times 10^6$	$2,1 \times 10^6$
JAGER et al., 1989	bactéria total	$2,5 \times 10^8$	$3,5 \times 10^5$
	<i>Streptococcus</i>	$1,0 \times 10^7$	$2,0 \times 10^3$
	aeróbias facultativas	$2,0 \times 10^3$	$6,3 \times 10^2$

Fonte: adaptado de Rutala & Mayhall por Ferreira (1997)

* unidades não especificadas

Os resíduos hospitalares analisados por Althaus & Cols. (1983) constituíram-se de materiais que tiveram contato direto com o paciente, incluindo os similares aos domésticos, e também os usados nos procedimentos médicos e de enfermagem, e os domésticos, provenientes de três depósitos de resíduos; dos 21 fungos e bactérias patogênicos que os métodos qualitativos permitiam detectar, 12 foram encontrados em ambos resíduos domiciliares e hospitalares. Kalnowski & Cols. (1983) utilizaram resíduos hospitalares de um “departamento cirúrgico (unidade de operações, isto é, cirurgias, unidade de tratamento intensivo, enfermaria)”, e domiciliares. Jager & Cols. (1987) usaram os resíduos hospitalares potencialmente infecciosos, ou seja, tipo B, conforme recomendações da Agência Federal de Saúde alemã, compreendendo materiais que entraram em contato direto com o paciente, mas não encharcados de sangue, secreções ou excreções, nem tampouco de pacientes portadores de doenças infecto-contagiosas.

Nielsen & Cols. (1998) fizeram um estudo nos resíduos orgânicos residenciais, os quais têm coleta diferenciada na Dinamarca, acompanhando-os durante 14 dias; ao analisar o líquido percolado, as contagens de bactérias aeróbias apresentaram concentrações que variaram de $2,8$ a $9,0 \times 10^8$ e as anaeróbias de $3,1$ a $12,0 \times 10^8$ UFC/ml, portanto, muito elevadas, assim como as endotoxinas, entre 45 e 130 microgramas/ml; o pH variou de 5 a 8 durante o período de observações.

Byrns⁴ e Cols. (*apud* Ferreira, 1997) afirmam que os RSS não oferecem tantos riscos para o meio ambiente quanto os resíduos domiciliares.

Mattoso (1996) avaliou amostras de resíduos provenientes da UTI pediátrica e verificou ausência de *E. coli*, *P. aeruginosa* e *S. aureus* em 44% das amostras.

Para a EPA (USEPA, 1986a), a simples presença de um microrganismo não é suficiente para causar uma doença, pois esta é uma interação complexa entre: presença de patógenos, via de transmissão, hospedeiro susceptível e uma porta de entrada. Portanto, o enfoque atual recai sobre o doente e não exclusivamente sobre a doença.

Segundo Strain & Gröschel (1995), os fatores epidemiológicos básicos para transmissão de doença incluem dose, presença e virulência de um patógeno, susceptibilidade do hospedeiro, e porta de entrada. Os autores citam pele irritada, arranhada ou queimada, mucosa oral e nasal e conjuntiva ocular, principalmente dos usuários de lentes de contato, como conhecidas portas de entrada de numerosas bactérias, fungos e vírus.

O risco atribuído aos RSS provém, em grande parte, do temor à AIDS (Rutala & Weber, 1991; Karpiak & Pugliese, 1991; Burke, 1994; Rushbrook, 1996; Ferreira, 1997). Os autores argumentam que esse temor revelou-se por ocasião do aparecimento anormal de resíduo na costa dos estados de New York e New Jersey no verão de 1987-88. A maior parte era constituída de resíduos diversos, mas havia grande quantidade de seringas, nas quais análises químicas identificaram a presença de cocaína e/ou insulina. Tal acontecimento deu conhecimento da existência de resíduo médicos, originando uma enorme pressão popular e da mídia nos Estados Unidos sobre os legisladores e órgãos públicos. A partir de então houve um incremento nas pesquisas, estendendo-se a nível mundial, com o surgimento de várias normas e leis, algumas baseadas mais no temor do que em fatos cientificamente comprovados.

Um grande obstáculo para as ações de gerenciamento dos RSS, é que não existe um consenso no seu entendimento desde a definição e classificação até a legislação específica e normalização, passando pelo seu potencial de risco à saúde e ao meio ambiente, conforme discutido nos itens específicos.

4 Byrns, G. & Burke, T. Medical Waste Management Implications for Small Medical Facilities. *Journal of Environmental Health*, 55, 3: 12-15, 1992.

Segundo Ferreira (1997), os estudos a respeito da caracterização dos resíduos hospitalares são poucos, assim como a caracterização dos resíduos domiciliares, dentro de padrões não convencionais, onde os resíduos perigosos e os potencialmente infecciosos são determinados, é também bastante escassa. Ele afirma que “a necessidade de caracterização de RSS é cada vez maior, uma vez que o conhecimento detalhado dos mesmos é fundamental na determinação do modelo de gerenciamento, em particular, na seleção dos métodos de tratamento e disposição final.”

A composição física e as características dos RSS têm fundamental importância na determinação de condições de gerenciamento devido ao potencial de risco que estes resíduos apresentam. Há, assim, uma preocupação quanto ao seu gerenciamento intra e extra hospitalar, no que se refere a sua coleta, armazenamento, transporte, tratamento e disposição final. É importante ressaltar que a constante mudança quanto ao uso de novos produtos nos estabelecimentos de serviço de saúde tem contribuído significativamente para o incremento de materiais descartáveis e para as alterações qualitativas, tanto dos medicamentos quanto dos produtos utilizados (Rego & Noda, 1993). Os autores afirmam, ainda, que as características dos RSS, tanto físico-químicas quanto microbiológicas, constituem fatores a serem analisados quanto ao estudo da problemática dos mesmos, estando, estas características, intimamente relacionadas à composição e à fonte do resíduo.

2.7. GERENCIAMENTO DOS RSS

O gerenciamento dos RSS é planejado para o cumprimento de dois objetivos principais, quais sejam, a proteção à saúde dos manipuladores de resíduos e da população, e a proteção ao ambiente no que se refere ao tratamento e disposição final. O seu alcance está na dependência de alguns fatores previamente estabelecidos:

- definição clara de resíduo: os colaboradores devem perceber a diferença entre resíduo e material passível de valorização, o qual se torna fonte de renda.

- classificação simples, completa e atualizada: uma classificação que englobe os diversos materiais e suas embalagens e acompanhe a evolução dos mesmos, de modo a não deixar dúvidas e não exigir um tempo adicional para a execução das tarefas de segregação e acondicionamento.
- responsável técnico qualificado: o mercado dispõe de vários profissionais que estão capacitados a gerenciar os resíduos; mesmo que a opção seja de contratação de terceiros para a área de higiene e limpeza, o responsável técnico deve estar ligado à administração do estabelecimento.
- envolvimento de todos os setores do estabelecimento: um dos fatores que afetam diretamente o funcionamento de um programa de gerenciamento de resíduos é a não adesão de alguns profissionais. Todos os membros dos estabelecimentos de saúde estão diretamente envolvidos com a geração de resíduos sólidos e estão igualmente expostos aos riscos que tais resíduos possam acarretar. A mobilização deve iniciar nas camadas superiores da administração, com engajamento da diretoria, e ser estendida a todos aqueles que trabalham no estabelecimento.
- educação e treinamento constante: o sucesso do programa depende da conscientização de todos, que vem através da educação; só haverá participação se todos conhecerem e compreenderem o problema que representa o gerenciamento incorreto de resíduos, e as possíveis soluções. Assim, deixará de ser visto como uma atividade a mais, que interfere negativamente no desempenho de suas funções, mas será incorporada à rotina.
- documentação completa: os registros escritos de todas as fases e resultados dão subsídios para as constantes avaliações e interferências pontuais.
- auditorias internas periódicas: proporcionam reavaliações, correções, percepção de pontos importantes, e incentivo à equipe. Permitem acompanhar a evolução de resultados, inclusive econômicos.

A Resolução CONAMA nº 5/93 determina que os prestadores de serviços de saúde, em operação ou a serem implantados, tenham um responsável técnico para o gerenciamento dos resíduos devidamente registrado em conselho profissional, e elaborem um Plano de

Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) para os resíduos gerados diariamente em seus estabelecimentos. Aos mesmos cabe o gerenciamento desses resíduos desde a geração até a disposição final, de forma a atender aos requisitos ambientais e de saúde pública. Para o atendimento da determinação serão utilizadas as NBRs 9190/85 (ABNT,1985h), 10004/87 (ABNT, 1987g), 11175/90 (ABNT, 1990c), 12807/93 (ABNT, 1993f), 12808/93 (ABNT,1993e), 12809/93 (ABNT, 1993d) e 7500/94 (ABNT, 1994i), IPT- NEA 55/96, Resoluções CONAMA nº 6/91 (Brasil, 1991e) e 5/93 (Brasil, 1993d), CNEN-NE 6.05/85 (Brasil, 1985b) e 3.05/89 (Brasil, 1989a), assim como, cumpridas as legislações federal, estadual e municipal.

O PGRS aponta e descreve as ações relativas ao manejo de resíduos sólidos, desde a geração, segregação, acondicionamento, coleta, armazenamento, transporte, tratamento e disposição final, bem como a proteção à saúde pública. Na elaboração do PGRS, devem ser considerados princípios que conduzam à minimização e reciclagem, bem como, a soluções integradas ou consorciadas, para os sistemas de tratamento e disposição final, de acordo com as diretrizes estabelecidas pelos órgãos de meio ambiente e de saúde competentes.

Várias etapas compõem o gerenciamento dos RSS, as quais serão descritas a seguir.

2.7.1. Geração, Segregação e Minimização

A geração, segregação e minimização são abordadas dentro do mesmo título, pois ocorrem simultaneamente, na maioria das vezes. Para fins didáticos são separadas, mas a compreensão é de que é difícil a dissociação na dinâmica das atividades, quando há a internalização de seus conceitos e objetivos.

A geração dos RSS é definida pela NBR12807/93 como a “transformação de material utilizável em resíduo.” Ocorre nas diversas fontes, decorrente do uso de materiais na prestação da assistência ao paciente.

O Guia da OPAS (1997, p. 19) afirma que há fatores determinantes na geração dos resíduos:

A geração de resíduos sólidos de um estabelecimento de saúde é determinada pela complexidade e pela frequência dos serviços que proporciona e pela eficiência que alcançam os responsáveis pelos serviços no desenvolvimento de suas tarefas, assim como pela tecnologia utilizada. Portanto, não é fácil fazer generalizações quanto aos indicadores de geração de resíduos.

O Guia sugere a criação de indicadores pela avaliação de centros similares obtidos por meio de amostragens, que resultem em informações sobre *quilogramas de resíduos sólidos por leito de internação e por dia*, ou sobre *quilogramas de resíduos sólidos por consulta e por dia*, por exemplo. Coloca que a média de geração de resíduos varia entre 1,0 e 4,5kg/leito/dia na América Latina, dos quais 10 a 40% são considerados perigosos. Os resíduos perigosos compreendem uma gama de resíduos, cuja periculosidade pode estar relacionada ao seu conteúdo químico, biológico ou radioativo, ou a sua capacidade de provocar ferimentos por ser perfurante ou cortante. Rutala & Mayhall (*apud* Strain & Gröschel, 1995) afirmam que os hospitais americanos produzem aproximadamente 6,8kg de resíduos sólidos/leito/dia, dos quais 10% são considerados infectantes pelas definições do CDC.

A taxa de geração que leva em consideração a totalidade de leitos existente resulta em números por vezes irrealistas, pois nem sempre a taxa de ocupação é de 100%. Por outro lado, segundo Rutala e Cols. (*apud* Mattoso, 1996), a expressão kg/paciente/dia é imprecisa, uma vez que essa é encontrada pela divisão do total de resíduos gerados num hospital, inclusive dos pacientes externos, visitantes e funcionários, pelo número de pacientes internados.

Soares e Cols. (1997) sugerem a aplicação da taxa de geração de 1,22kg de resíduo infectante/leito ativo/dia, obtida experimentalmente em relação aos leitos ativos. Os autores argumentam que, sendo o leito a unidade de referência dos hospitais, a representação em termos de leito ocupado reflete a produção efetiva, não sendo considerados os leitos inativos; da mesma forma, são considerados nessa taxa apenas os resíduos infectantes.

↗ A segregação é a “operação de separação dos resíduos no momento da geração, de acordo com a classificação adotada pela NBR12808.”, segundo definição da NBR12807/93. Visa a redução de volume de resíduos a serem tratados, como também, evita que os resíduos perigosos venham a ser descartados juntamente com os resíduos comuns, o que pode colocar em risco a saúde pública e a qualidade do meio ambiente. É uma etapa fundamental do gerenciamento dos resíduos, na qual o funcionário deve estar treinado para identificar, no

momento da geração dos resíduos, quais suas características e indicação de acondicionamento de acordo com a classificação adotada e o tipo de destinação final, depositando-o em recipientes adequados. É a parte de melhor relação custo-economia do programa de gerenciamento (Strain & Gröschel, 1995). Portanto, cumpre objetivos econômicos, evitando gastos desnecessários com transporte e tratamentos caros com aquela porção de resíduos que não os necessita; da mesma forma, traz recursos através da valorização de materiais como chapas de raio-X e embalagens plásticas e de papelão, como também o resíduo administrativo. Atende a objetivos ecológico, tanto pela não deposição desses materiais no solo, ou em outro meio de eliminação, quanto pela economia de matérias primas e fontes de energia.

A segregação depende diretamente da formação e informação do pessoal envolvido, do protocolo de triagem e do aperfeiçoamento da comunicação interna (François, 1995).

São várias as vantagens da segregação nas fontes de geração. Entre elas, citam-se:

- impede que os resíduos comuns, que representam a maior parcela dos resíduos, sejam contaminados pelos Resíduos Infectantes (RI), que representam a menor parcela dos resíduos, reduzindo os riscos para a saúde e ao meio ambiente;
- evita riscos de acidentes para os manipuladores e transportadores de resíduos;
- diminui gastos, já que possibilita o tratamento específico para cada tipo de resíduo;
- possibilita reciclar diretamente alguns resíduos que não requerem tratamento nem acondicionamento prévios, sem que estes sejam danificados.

É importante salientar que as unidades geradoras devem dispor de número suficiente de recipientes em tamanho apropriado para cada tipo de resíduo, sendo também estes claramente identificados e colocados em locais estratégicos.

Atualmente há um movimento crescente pela segregação na fonte, minimização da geração de resíduos e uso racional de descartáveis, e incentivo à reesterilização e ao reuso de materiais, presente em diversos trabalhos. A percepção do prejuízo ambiental pela disposição incorreta, pelo elevado volume produzido e pelas dificuldades de contornar os problemas advindos da produção de subprodutos já é alertada há alguns anos. A pressão da opinião

}
Itinerário
PGRSS

pública está acentuada, assim como, as regulamentações e legislações mais severas obrigam os geradores a um gerenciamento ecológico, e por vezes, dispendioso. Os custos advindos da geração, como um todo, são elevados internamente nas instituições, e os de transporte, tratamento e destino final são igualmente altos. Gerir os recursos da saúde inclui destinar uma parte para os resíduos, o que é difícil numa realidade como a do Brasil, onde faltam remédios para a população, materiais e equipamentos para a assistência completa e condições de trabalho nem sempre ideais, e as verbas para a contratação de pessoal são escassas. Porém, não é mais admitida a omissão nesse campo sob pena de comprometimento do nível da própria assistência prestada ao público.

“O gerenciamento correto dos resíduos sólidos significa não só controlar e diminuir os riscos, mas também alcançar a minimização dos resíduos desde o ponto de origem, que elevaria também a qualidade e a eficiência dos serviços que proporciona o estabelecimento de saúde”(OPAS, 1997).

O princípio da minimização, segundo Fassina & Teixeira, cujos dados de catalogação estão omitidos no artigo “Potencial de minimização de resíduos sólidos de uma enfermaria gastro-cirúrgica”, é reduzir a quantidade e melhorar a qualidade do resíduo sólido gerado.

Para Moritz (1995), a minimização inicia na compra de um produto, isto é, adquirir de empresas que reduzem a quantidade de resíduos produzidos na manufatura e na embalagem do mesmo, inserido no contexto da avaliação do ciclo de vida. O autor também entende que pré- tratamento seria uma forma de minimização, uma vez que, se o resíduo receber algum tratamento que o torna não infeccioso, este deve deixar de fazer parte do grupo de infecciosos, e da definição, pois receberá destino diferente daqueles.

Hunt & Schrecker (1989) colocam quatro passos para a minimização de resíduo sólidos, aplicáveis também aos RSS:

- gerenciamento de inventários e estoques, com compras pré- aprovadas e produtos alternativos para os perigosos;
- revisão dos processos de trabalho;

- redução de volume através da retirada da carga de periculosidade: segregação na fonte e concentração por tratamento físico;
- recuperação e reúso.

Para Lindsey (1999), “sem dúvida, o futuro do gerenciamento de resíduos repousa na minimização de resíduos e prevenção da poluição. As empresas são continuamente pressionadas a produzir com maior eficiência, e esses conceitos são consoantes com modernas estratégias de gerenciamento de negócios.”

2.7.2. Acondicionamento

O acondicionamento na origem tem por objetivo controlar os riscos para a saúde e facilitar as operações de coleta e armazenamento interno e externo e transporte, sem prejudicar o funcionamento normal das atividades do estabelecimento. De certa forma, ocorre simultaneamente com a segregação. Nesse momento, os materiais que serão encaminhados à reciclagem ou ao reúso já são separados em contêdores específicos para eles. Uma vez que os RSS são compostos por resíduos de fontes diversas e pertencem a diferentes classes, o acondicionamento destes é feito conforme a indicação de cada categoria. Os acondicionadores devem estar colocados em locais estrategicamente definidos, de modo a facilitar as tarefas. É muito útil o uso de cores para identificar cada recipiente, pois facilita a memorização.

Conforme definido anteriormente, a classificação adotada segue a da Resolução CONAMA nº 5/93.

Resíduos infectantes (RI)

Os resíduos desse grupo devem ser acondicionados em sacos plásticos branco- leitosos de acordo com a NBR9190. Os resíduos perfuro- cortantes devem ser acondicionados em recipientes rígidos (coletores), conforme orientação da IPT- NEA55/96. Em ambos é obrigatória a impressão do símbolo universal de substância infectante (Anexo 1), e facultativa a inscrição *INFECTANTE*; tanto a moldura quanto a inscrição devem ser em preto com fundo branco no rótulo (NBR7500/94). No item 5. *Condições específicas* da NBR12809/93 a

determinação é de que os RI manipulados em laboratórios de análises clínicas, hemoterapias e pesquisa microbiológica, classificados como biológicos e sangue e hemoderivados, têm de ser submetidos à esterilização na unidade geradora, assim como os resíduos de risco biológico, como sangue, fezes, secreções e outros líquidos orgânicos, têm de ser submetidos a tratamento na própria instituição anteriormente ao lançamento na rede pública de esgoto, conforme exigências do órgão competente de controle ambiental. Os resíduos compostos por membros, fetos e órgãos humanos, têm de ser acondicionados separadamente, em sacos plásticos, conforme NBR9190.

Os sacos plásticos servirão como forração de lixeiras e demais recipientes destinados ao acondicionamento dos resíduos. Estes recipientes devem ser usados exclusivamente nos pontos de geração dos resíduos de serviços de saúde, como contêdores temporários dos sacos plásticos, colocados em pontos estratégicos e bem sinalizados. A utilização de lixeiras com tampa acionada por pedais é recomendada para todas as unidades geradoras de resíduos, mas principalmente nas áreas como pediatria, centros cirúrgicos e as unidades de terapia intensiva.

No estado de Santa Catarina, a Secretaria de Saúde adotou caixas de papelão pardo especiais, com forração plástica interna, específicas para o acondicionamento dos resíduos infecciosos destinados à incineração desde janeiro de 1998, quando foi publicada a Portaria 1154/SES/97, que inclui em seu anexo a Norma Técnica estadual que orienta o gerenciamento de RSS no Estado.

Os recipientes, os sacos plásticos e os locais onde os mesmos são colocados, devem ser identificados com símbolos e sinalizações que indiquem a classificação dos resíduos contidos nos mesmos. Essas identificações podem ser o símbolo internacional de substância infectante (Anexo 1), inscrições como *Lixo Hospitalar Infectante* ou *Resíduos Infectantes*, ou a utilização de código de cores, ou outra facilmente identificável que a organização julgue a ideal para seu funcionamento.

A integridade dos sacos plásticos e caixas de papelão deve ser mantida em todo o seu trajeto até o seu destino final, de forma a evitar o derramamento do seu conteúdo nas dependências do estabelecimento de saúde, nas vestimentas dos transportadores, nos veículos

transportadores ou na via pública. Por essa razão, não são admitidos caminhões compactadores.

Para o bom desenvolvimento das atividades subsequentes ao acondicionamento, devem ser observadas as seguintes considerações:

- todo recipiente (saco plástico, caixa, ou outro) deve ser vedado de forma a não possibilitar derramamento ou vazamento;
- todo recipiente deve ser fechado quando 2/3 de sua capacidade estiverem preenchidos; quando se tratar de resíduo de alta densidade, devem ser tomadas precauções de forma a evitar o seu rompimento;
- após o fechamento, o recipiente deve ser imediatamente retirado da unidade geradora e levado até a sala de resíduo (coleta interna I);
- a montagem das caixas deve seguir rigorosamente as instruções contidas em uma das faces externas, com a correta colocação das peças e do saco plástico interno; com relação à montagem das caixas, é oportuno salientar que tal processo não é tão simples quanto deveria, requerendo alguns minutos para a atividade, o que resulta na não observação de todos os passos, gerando riscos adicionais de acidentes;
- promover as anotações que identifiquem a data e fonte geradora do conteúdo da caixa ou saco, bem como os demais registros escritos.

Resíduos especiais

São compostos por resíduos radioativos, farmacêuticos e químicos, e requerem acondicionamento e manuseio especiais.

Radioativos

Estes resíduos devem ser acondicionados de acordo com o que determina a norma da CNEN NE-6.05, que preconiza a utilização de embalagens específicas para esse fim e sistemas especiais de decaimento para eliminação da radioatividade dos resíduos contaminados.

Farmacêuticos e químicos

No acondicionamento desses resíduos, devem ser seguidas as recomendações específicas dos fabricantes, que se encontram nas etiquetas de cada produto, ou dos órgãos estaduais e federais de Controle de Poluição e Preservação Ambiental, que indicarão os receptáculos compatíveis com as características físico-químicas de cada produto, de modo a não sofrer alterações que comprometam a segurança durante o armazenamento e o transporte. Tais receptáculos devem conter identificação visível e indelével, constando o nome da substância ou resíduo, sua concentração e principais características físico-químicas, bem como, os cuidados que devem ser tomados em seu manuseio.

Recomenda-se que o resíduo químico perigoso seja, sempre que possível, reciclado, ou substituído por outro que produza resíduo menos perigoso ou reciclável. O resíduo químico que não for classificado como perigoso de acordo com a NBR10004 pode ser considerado resíduo comum e tratado como tal.

Resíduos comuns

Estes resíduos pouco diferem dos resíduos domésticos, portanto, devem ser acondicionados em sacos plásticos comuns de acordo com o que determina a NBR9190, após terem passado pelo processo de triagem, ou segregação na fonte.

2.7.3. Coleta Interna I

Consiste na operação de transferência dos recipientes do local de geração para o local de armazenamento interno (sala de resíduos). Requer o uso dos equipamento de proteção individual, de acordo com a NBR12810/93 (Brasil, 1993b). A NBR12809/93, que trata do assunto, não faz referência ao tipo de resíduo que deve ser submetido a essa etapa, entretanto pelos cuidados descritos, pressupõe-se que sejam os infectantes e perfuro- cortantes. Mas, deve ser aplicada a todo tipo de resíduo.

Segundo a referida Norma, esta operação deve ser efetuada de acordo com a demanda específica de cada unidade geradora, no que se refere à frequência, horário e demais

exigências do serviço, de forma a evitar o acúmulo de resíduos nos locais de produção. Os procedimentos têm de ser realizados de forma a evitar o rompimento dos recipientes. Caso ocorra algum tipo de derramamento, a limpeza e a desinfecção devem ser feitas imediatamente em todos os locais atingidos. A chefia da unidade será notificada sobre o incidente, logo após a desinfecção do local.

2.7.4. Coleta Interna II

Consiste na operação de transferência dos recipientes da sala de resíduos para o abrigo de resíduos ou diretamente para o tratamento. Requer o uso dos equipamento de proteção individual, de acordo com a NBR12810/93.

A coleta interna II deve ser planejada de forma a percorrer o menor percurso possível, sempre no mesmo sentido, evitando ruídos e a coincidência com fluxos de pessoas, roupas limpas, alimentos, medicamentos e outros materiais.

É de bom senso diferenciar a coleta, isto é, executá-la com itinerários e horários diferentes segundo o tipo de resíduo. Os resíduos especiais e os recicláveis devem ser coletados de forma separada, segundo as características de uns e outros.

O veículo coletor deve ser projetado de forma tal que assegure impermeabilidade, facilidade de limpeza e drenagem no fundo, e estabilidade, visando evitar derramamento dos resíduos, acidentes ou danos à população hospitalar e à comunidade. Devem ser, de preferência, de cor clara, dotados de tampa ou portas laterais, ter cantos internos arredondados, e ser devidamente identificados, com o símbolo de substância infectante (Anexo 1), para os resíduos deste grupo, ou outro para os demais resíduos. Não são recomendados veículos barulhentos e de manutenção complexa.

Após o transporte diário de resíduos, os veículos deverão ser higienizados e guardados em locais específicos, não devendo ficar estacionados no abrigo de resíduos, em corredores ou em áreas de acesso ao público ou pacientes.

Periodicamente, de acordo com a rotina instituída por cada estabelecimento de saúde, os veículos coletores devem ser lavados e desinfetados em local apropriado, de preferência onde estiver localizado o ponto de água para limpeza do abrigo externo, sendo o efluente canalizado para o sistema de tratamento de esgotos do estabelecimento de saúde. Além disso, eles devem passar por manutenção preventiva periódica.

2.7.5. Armazenamento

O armazenamento compreende a guarda temporária dos resíduos. Segundo a NBR12809, a operação de armazenamento ocorre em duas etapas:

Armazenamento Interno

Consiste na guarda temporária dos recipientes na sala de resíduos, localizada em anexo da própria unidade geradora, de onde devem ser encaminhados, através da coleta interna II, para o armazenamento externo. Membros amputados, fetos e órgãos humanos devem ser armazenados em câmara fria (temperatura não mencionada na Norma 12809) no serviço de anatomia patológica, e normalmente são encaminhados para sepultamento. Além desses, os demais resíduos da classe A que não tiverem coleta regular a cada 24h ou menos, deverão ser armazenados à temperatura máxima de 4°C, de acordo com a NBR12810/93.

Armazenamento Externo

É o ato de dispor temporariamente os resíduos no abrigo de resíduos, no aguardo da coleta externa. A Norma exige que o local seja identificado, exclusivo para este fim, de acesso restrito aos funcionários da coleta interna II e aos funcionários do serviço de coleta externa, e tenha abertura para fora. O funcionário deve usar os mesmos EPI utilizados na coleta interna I para entrar no abrigo de resíduo. Os recipientes contendo resíduos devem ser ali armazenados, mesmo quando dispostos em contêineres. Não é admitida a permanência de resíduos que não estejam devidamente acondicionados em sacos plásticos e recipientes adequados. O resíduo especial, tipo B, deve ser armazenado em local apropriado na unidade geradora, ou em local exclusivo para este fim, junto ao abrigo de resíduos.

2.7.6. Coleta Externa

Consiste na operação de remoção de recipientes do abrigo de resíduo, através do veículo coletor, para tratamento e/ou destino final. Requer o uso dos equipamentos de proteção individual de acordo com a NBR12810/93. O veículo deve ser identificado com a simbologia pertinente, conforme o tipo de resíduo a ser transportado. A coleta de RSS deve ser exclusiva e a intervalos não superiores a 24 horas. Como mencionado no *armazenamento interno*, se o prazo for superior, os resíduos do grupo A e os restos do preparo de alimentos devem ser armazenados em câmaras frias exclusivas, à temperatura inferior a 4°C.

2.7.7. Tratamentos e Destino Final

Conforme a resolução CONAMA 05/93, entende-se por *sistema de tratamento de resíduos sólidos* o “conjunto de unidades, processos e procedimentos que alteram as características físicas, químicas ou biológicas dos resíduos e conduzem à minimização do risco à saúde pública e à qualidade do meio ambiente”. Ao passo que *sistema de disposição final de resíduos sólidos*, corresponde ao “conjunto de unidades, processos e procedimentos que visam o lançamento de resíduos no solo, garantindo a proteção da saúde pública e a qualidade do meio ambiente”.

São vários os métodos para tratamento e disposição final dos RSS que atendem aos preceitos de segurança e eficiência das normas vigentes. Todos devem visar a redução do volume e do peso dos resíduos, bem como, os riscos que eles possam causar ao meio ambiente e à saúde pública. No caso dos resíduos perigosos, um sistema adequado de tratamento e disposição final deve ser projetado, instalado e operado de modo a assegurar sua eficiência para transformar os resíduos em uma massa incapaz de promover a disseminação de agentes patogênicos ou de qualquer outra forma de contaminação que se encontre acima dos limites toleráveis, e também no cumprimento das exigências estabelecidas pelas normas.

A referida resolução estabelece que “devem ser considerados princípios que conduzam à reciclagem, bem como soluções integradas ou consorciadas”. E ainda, que os resíduos

classificados como infecciosos deverão passar por um *tratamento prévio* antes de serem dispostos no meio ambiente, de forma que sejam asseguradas a eliminação das características de periculosidade do resíduo, a preservação dos recursos naturais, e o atendimento aos padrões de qualidade ambiental e de saúde pública.

As principais formas de tratamento e disposição final dos resíduos sólidos de serviços de saúde utilizadas no Brasil são incineração, aterramento, esterilização e reciclagem, e infelizmente, a condenável disposição a céu aberto, sem qualquer cuidado, é muito comum. Esterilização por calor úmido (autoclave), radiação ionizante e microondas, usados isoladamente, são considerados pré- tratamentos. O sepultamento de peças anatômicas amputadas, órgãos e fetos é uma prática comum.

Incineração

É um sistema de tratamento de resíduos, via oxidação térmica, onde teoricamente os resíduos orgânicos presentes podem ser completamente queimados para formar água e gás carbônico (Morel e Bertussi F^o, 1997). Este sistema tem por objetivos principais a eliminação completa dos microrganismos patogênicos comumente encontrados nos RSS, e a redução de volume dos mesmos.

A incineração tem sido muito utilizada em vários países do mundo, sendo considerada como uma das mais eficazes formas de disposição final dos resíduos sólidos, conforme analisam François (1995), Zaki & Campbell (1997) e Burke (1994), entre outros. A preocupação expressa por todos é com os incineradores antigos, o controle de emissões e a manutenção periódica.

Além do mais, dois argumentos são levantados contra a incineração: o alto custo e a emissão de substâncias tóxicas e metais pesados. Sob o ponto de vista custo, deve ser levada em consideração a análise de todo o processo, contabilizando também os benefícios resultantes, entre eles, o aproveitamento da energia gerada. Em relação às emissões, o controle da formação de gases, como também da emissão de metais pesados, pode ser realizado através da adequação do projeto, da perfeita operação dos equipamentos, e de equipamentos de controle, como sistemas de filtros de fase seca ou semi-úmida, passíveis de serem controlados em incineradores. É importante ter em mente que a eficiência do sistema

depende de um equipamento adequado às necessidades, atual e de procedência tecnicamente confiável, e que efetivamente sofra as revisões e manutenções periódicas. Igualmente importante é a capacitação dos operadores.

As cinzas e escórias, resultantes do processo de incineração, constituem-se em um produto totalmente inerte, quando da total eficiência do processo, podendo ser tratados como lixo comum e, portanto, possibilitando o seu depósito nos aterros sanitários, ou ainda ser empregadas na construção de estradas, como ocorre em outros países. O líquido pastoso resultante da depuração da fumaça é estabilizado em blocos para aterro, e o calor pode ser aproveitado para aquecimento e geração de energia.

As vantagens e desvantagens da incineração são:

Vantagens

- é utilizado para qualquer tipo de resíduo infectante, e mesmo para alguns tipos de resíduos especiais, tornando-os irreconhecíveis após o tratamento;
- redução significativa de peso e volume: em média 90% em relação ao inicial;
- se bem operado, os produtos finais são cinzas, vapor de água, CO₂ e energia;
- obtenção de vantagens financeiras com o aproveitamento da energia gerada;
- destrói microrganismos patogênicos e substâncias orgânicas;
- opera independentemente das condições meteorológicas;
- necessita de área proporcionalmente muito reduzida, podendo esta área, inclusive, estar localizada próxima a zonas urbanas (que sejam tecnicamente e ambientalmente viáveis), o que reduz muito o custo com transporte;
- possibilita o tratamento de grande variedade de resíduos;
- reduz a proliferação de insetos e roedores;

- atualmente existem plantas que reduzem a um mínimo o contato dos resíduos com os operadores, contribuindo na prevenção de acidentes dos trabalhadores.

Desvantagens

- dificuldade de controle de efluentes gasosos;
- pode haver a emissão de dioxinas, furanos e outros gases, e de partículas metálicas, no caso do incinerador não ter sido bem projetado e operado, ou se for muito antigo;
- requer pessoal capacitado para a operação e manutenção, o que pode acrescentar custos financeiros;
- dificuldade para queima de resíduos com umidade muito alta, pois pode causar diminuição na temperatura e, conseqüentemente, problemas de emissão;
- exige grande investimento inicial e grandes investimentos em medidas de controle ambiental;
- custos associados ao uso de energia na incineração;
- se operados inadequadamente, os incineradores podem ser ineficazes na destruição de microrganismos.

Entre os fatores que podem interferir negativamente no processo de incineração, figuram os seguintes:

- utilização de mão de obra não qualificada;
- sobrecarga de resíduos no incinerador;
- umidade excessiva dos resíduos;
- temperatura inconstante/curto tempo de residência devido ao controle inadequado na operação;
- separação inadequada dos resíduos;

- equipamento obsoleto ou mal dimensionado e falta de manutenção.

Quanto à tecnologia a ser empregada no processo de incineração, existem vários sistemas, todos com eficiência reconhecida. Entre eles citam-se:

- sistema de câmaras múltiplas;
- sistema de leito fluidizado;
- sistema de fornos rotativos;
- sistema de forno de pirólise;
- sistema de plasma- pirólise;
- forno de combustão para líquidos;
- tocha plasma.

Aterramento

É uma forma muito utilizada para a destinação final dos resíduos sólidos gerados diariamente nas cidades, e consiste no confinamento dos resíduo no solo. Se bem planejado, construído e operado representa um método seguro, porém tem a grande desvantagem da limitação espaço- temporal, em relação a outros métodos.

O controle do destino final dos resíduos sólidos através de aterramento inicia-se pela escolha de uma área técnica, ambiental, econômica e estrategicamente adequada, na qual devem ser avaliados critérios como a distância das cidades; a topografia do terreno, que deve ser geologicamente estável e desprovida de falhas ou rupturas que propiciem futuras infiltrações líquidas e/ou gasosas; ser de terreno argiloso; contar com disponibilidade e abundância de material de recobrimento; não possuir lençol freático aflorante ou alto, minas, rios ou quaisquer outras formas de corpos d'água; a vida útil do terreno, que deve ser de no mínimo 5 anos, de modo a justificar o investimento; os ventos predominantes, que devem ser das cidades para o aterro; as possibilidades de ampliação do sistema; permitir facilidade de acesso e operação; a viabilidade de uma futura utilização da área etc..

No Brasil, o aterramento é compreendido por aterro sanitário e vala séptica

- *Aterro Sanitário*: É um processo de destinação final dos resíduos sólidos em áreas que atendem aos requisitos citados acima. Ele consiste na deposição metódica do resíduo no solo, buscando reduzi-lo ao menor volume possível através da compactação mecânica. Após esse processo, os resíduos são isolados em células ou compartimentos, alternadas com camadas de terra argilosa compactada.

Um aterro sanitário deve conter os seguintes sistemas de proteção (NBR8414/84):

- impermeabilização do fundo para proteção de possíveis lençóis de água subterrânea;
- rede de drenagem superficial de águas pluviais;
- rede de drenagem, captação e tratamento de líquidos percolados;
- rede de captação e tratamento de gases;
- monitoramento dos lençóis freáticos.

Após terminada a confecção da referida célula, esta deverá ser coberta com argila e protegida contra a erosão pluvial pelo enleivamento com grama ou hidrossemeadura. Recomenda-se, ainda, a implantação de drenagem superficial com canaletas no pé do talude.

Como mencionado, é um método muito utilizado para os resíduos domésticos. Porém, a resolução CONAMA nº 5/93 não permite a deposição dos resíduos tipo “A”, ou seja, infectantes, diretamente no ambiente sem tratamento prévio, nem o rompimento das embalagens, o qual ocorre na compactação. No parágrafo único do artigo 10, a exigência é de que, para aterros sanitários, estes possuam “sistemas específicos” que possibilitem a deposição dos mesmos. Não existe, na bibliografia pesquisada, uma razão inquestionável cientificamente para esta restrição, ou mesmo para a sua inexistência, uma vez que os aterros sanitários são sistemas fechados, com tratamento e monitoração de líquidos e gases, mas sim posições antagônicas.

Macknight (1993) cita um estudo patrocinado pelas Forças Armadas dos Estados Unidos, o qual afirma que o aterramento de resíduos infectantes em aterros aprovados pela EPA foram

considerados ambientalmente seguros. A conclusão foi baseada no fato de que a maioria dos patógenos é inativada devido às condições típicas do aterro, com temperaturas acima de 50°C e pH abaixo de 5. O autor argumenta, ainda, que esse tipo de resíduo em aterro oferece menos risco do que os de origem domiciliar, pois há nesses um maior número de agentes patogênicos em relação àqueles.

Na tentativa de uma conclusão, estão sendo conduzidas pesquisas experimentais por pesquisadores de vários países. Na cidade de Porto Alegre, o grupo de pesquisa do Dr. Bidone, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, está fazendo o acompanhamento da presença de determinados microrganismos ao longo do tempo em aterro sanitário com codisposição de resíduos domésticos e resíduos do tipo “A”. Também nesse sentido, o grupo de pesquisa coordenado pelo Dr. Soares, do Laboratório de Resíduos Sólidos – LARESO – dessa Universidade, está conduzindo um experimento que avalia a contagem microbiológica do líquido percolado de resíduos do mesmo tipo dos que foram aplicados na presente dissertação.

É importante salientar que, independente do tipo de processo de tratamento adotado, onde este reduza o volume, a massa do resíduo e a sua periculosidade, sempre há de resultar um rejeito, que será objeto de disposição final do solo. Por isso, não se pode descartar a necessidade de um aterro sanitário adequadamente projetado, operado e monitorado, para a disposição final deste rejeito, seja ele uma cinza ou escória resultante de incineração, uma carga esterilizada ou um rejeito produzido por outra tecnologia.

- *Vala Séptica*: Área resultante de escavação no solo destinada ao recebimento exclusivo e diário de RI, a qual deve ter as seguintes características, segundo a Norma Técnica SES/1998 de Santa Catarina:

- ser escavada em locais específicos dentro da área destinada para o aterro sanitário, devendo o terreno escolhido ser alto e argiloso;
- fundo da vala deve estar distante do lençol freático aproximadamente 3m;
- a área deve estar distante, pelo menos 1000m de qualquer recurso hídrico ou núcleo populacional definido;

- profundidade máxima de 3m;
- largura máxima de 3m;
- comprimento variável;
- distância mínima entre as valas de 1m;
- as valas devem ser preenchidas com resíduos no máximo até 2,70m, sendo então recobertos com uma camada final de 0,3m de terra argilosa;
- no caso de o terreno ser arenoso, as valas devem ser totalmente impermeabilizadas.

Após escolhida a área, nesta devem ser implantadas obras como cercamento total da área para isolamento, e drenagem superficial de águas pluviais. Nesta forma de disposição, não há tratamento para líquidos percolados.

Quando a área da vala séptica tiver sua capacidade de recebimento de resíduos esgotada, deve-se fazer o controle da erosão pluvial através de técnicas como a drenagem superficial, o enleivamento com grama ou hidrossemeadura. Tais técnicas garantem a manutenção e integridade da área recém aterrada, favorecendo sua futura utilização para outras atividades.

Embora presente em algumas literaturas nacionais, a literatura internacional consultada não faz referência a esse tipo de situação. Não parece ser um método seguro, uma vez que, a não ser pela escolha de um local apropriado, não são tomadas outras medidas de precaução, como isolamento prévio do solo ou controle de gases ou líquidos que possam percolar, por exemplo.

Esterilização

A definição de esterilização, segundo o Stedman Dicionário Médico⁵, é “A destruição de todos os microrganismos no interior ou ao redor de um objeto, como por vapor (fluindo ou pressurizado), agentes químicos (álcool, fenol, metais pesados, gás óxido de etileno), bombardeio com elétrons em alta velocidade, radiação ultravioleta.” Em outras palavras, é a destruição de todas as formas de vida microbiana, inclusive de fungos, vírus e esporos

bacterianos. Segundo Marsik & Denys (1995), embora a definição seja absoluta, isto é, um meio está esterilizado ou não está, o termo é relativo à habilidade em detectar microrganismos; por exemplo, pela filtração apropriada são removidas bactérias e fungos de uma solução, porém outras formas de microrganismos podem estar presentes, como vírus, e então ela tecnicamente não está estéril.

Esterilização através de processos físicos

1) *Autoclavagem* – Consiste na utilização de vapor de água sob pressão para realizar o processo de esterilização em autoclave, uma espécie de forte caldeira fechada. A destruição das bactérias ocorre pela termocoagulação e desnaturação irreversível das enzimas e proteínas citoplasmáticas, sendo suficiente uma exposição à temperatura de 121°C a 132°C durante 15 a 30 minutos, dependendo do material. Esses são parâmetros usados para material limpo, como aventais e campos cirúrgicos, instrumentos e suprimentos. Não apenas no Brasil, mas também em outros países, como nos Estados Unidos, de acordo com Strain & Gröschel (1995), não existe padronização de procedimentos para a esterilização de resíduos, sendo utilizados os mesmos que para materiais cirúrgicos. Zaki & Campbell (1997) recomendam, para a esterilização de RI de laboratórios, 121°C e 15 psi de pressão por 90 minutos, mas ressaltam que na determinação do ótimo tempo de exposição, devem ser considerados parâmetros como tamanho da carga, se o material é sólido ou líquido, e o tipo de contêiner usado. Segundo Rutala (1995), a autoclave gravitacional é a mais empregada para RI, recomendando pacotes de no máximo 4,5kg, os quais necessitam de 45 minutos a 120°C, constituindo-se num processo de esterilização eficaz e econômico. Tem sido empregado em muitos países no pré-tratamento de determinados tipos de RSS. No Brasil, o método é utilizado para esterilizar aparelhos e materiais cirúrgicos termo resistentes, sendo que, como técnica de esterilização de resíduos, passou a ser aplicada apenas recentemente, e mesmos assim, limitada apenas a alguns resíduos biológicos (Morel & Bertussi F^o, 1997).

As vantagens em se utilizar esta técnica de esterilização são:

- é um sistema que não produz resíduos tóxicos ou contaminantes, desde que a autoclave seja propriamente operada e regulada; ✕

- não ocorre a geração e dispersão de aerossóis; ✕
- pode ser realizada na própria unidade geradora;
- depois de esterilizados, os resíduos são considerados como resíduos comuns;
- facilidade para a realização de testes biológicos de eficiência.

Dentre as desvantagens, pode-se listar:

- é necessário um número grande de autoclaves de grande porte, devido ao volume de resíduos gerado, e ao tempo de aquecimento, detenção e resfriamento;
- custos elevados, para os padrões brasileiros, do equipamento e da instalação, além do custo adicional de transporte e disposição final em aterros sanitários;
- exige gastos com a aquisição de sacos ou embalagens especiais que não sofram alterações quando submetidas ao calor intenso e que permitam que o vapor passe através de suas paredes, o que não ocorre com os sacos plásticos atuais utilizados para acondicionar os resíduos;
- não há caracterização de emissões atmosféricas;
- o peso permanece inalterado;
- os resíduos, embora não mais infecciosos, permanecem com aspecto inalterado.

O estado físico e a densidade do material a ser tratado representam um fator limitante da esterilização de resíduos em autoclave. Líquidos podem entrar em ebulição e sofrer derramamento, pois devem ser expostos ao vapor sem tampa; materiais muito densos, como peças anatômicas amputadas, exigem um tempo maior para a penetração do calor, além da emissão de odores e da não alteração das formas.

A eficiência do processo depende, principalmente, da temperatura e pressão, tempo de exposição e contato direto com o vapor, além da densidade, estado físico e tamanho das peças, e do conteúdo orgânico dos resíduos (Marsik & Denys, 1995). Esses autores alertam que os resíduos não podem conter agentes antineoplásicos, químicos tóxicos, radioisótopos, e

químicos voláteis. O tipo, volume e densidade dos materiais, seu acondicionamento e presença de água influenciam na penetração do vapor, condução do calor, e, conseqüentemente, o grau de destruição microbiológica, assim como no tempo requerido para alcançar a esterilização (Strain & Gröschel, 1995). A operação e manutenção da autoclave são fundamentais para a eficácia do processo, exigindo operadores devidamente treinados e familiarizados tanto com as características e exigências do equipamento, quanto com as propriedades do material a ser tratado. Assim como a temperatura e o tempo de exposição, a disposição do material no interior do equipamento deve ter atenção especial, pois há necessidade de espaço para o contato do vapor com todas as superfícies.

Indicadores químicos são usados no exterior dos pacotes, na forma de fitas contendo uma substância que altera a cor quando atinge determinada temperatura. Porém, garantem apenas que a temperatura foi atingida, nada revelando sobre o tempo de exposição. Os indicadores biológicos são os únicos capazes de medir diretamente a esterilização, e devem ser usados rotineiramente. Nas autoclaves são usadas tiras contendo esporos de *Bacillus stearothermophilus* por serem muito resistentes aos tratamentos, na concentração 10^5 , os quais são incubados a 55°C (Rutala, 1995).

2) *Calor seco* – Também chamado de estufa, é uma técnica de tratamento utilizada apenas para uma fração da massa de resíduos, composta de materiais perfuro-cortantes e líquidos. Consiste na exposição ao calor seco, com temperatura e tempo variáveis em relação ao tipo de material. Os líquidos requerem um processo posterior de destilação e resfriamento por meio de mecanismos trocadores de calor antes de serem lançados na rede de esgotos.

3) *Radiação* – Esta tecnologia é considerada emergente, no que se refere ao tratamento de RI, ainda extremamente onerosa e perigosa, exigindo instalações especiais e pessoal altamente capacitado e treinado para a sua operação. Provocam a morte celular pela indução de extensas alterações no DNA ou pela ionização dos componentes celulares. Apesar de transformar o resíduo em um material inerte, não reduz o peso e o volume, nem altera a forma, havendo a necessidade de se dar um destino final em aterros sanitários, o que aumenta ainda mais o custo da mesma. Os tipos de radiação mais utilizados para esta finalidade são radiação ultravioleta, de fonte luminosa; e radiação ionizante de vários tipos, conforme a fonte: radiações gama (Cobalto-60 é o mais comum), raios-X, partículas alfa e beta de alta energia, e neutrons.

4) *Microondas* – É outra técnica considerada emergente para o tratamento de resíduos infectantes, ainda com poucas referências e sem padronização para resíduos. É necessária a presença de certa quantidade água em contato com os resíduos (Zaki & Campbell, 1997). Entre as desvantagens, citam-se os altos custos de investimento, limitação a alguns tipos de resíduos, a não redução de peso, as formas permanecem inalteradas, a não caracterização das emissões atmosféricas, e requer descarga em aterro sanitário. Tem sido usada em combinação com outras técnicas em equipamentos disponíveis no mercado.

Esterilização através de processos químicos

A esterilização por agentes químicos consiste na utilização de esterilizantes químicos ou germicidas de alto nível, que são antimicrobianos de toxicidade não-seletiva, ou seja, atuam indiscriminadamente na célula do hospedeiro e do parasita. São capazes de destruir bactérias, fungos, vírus e endosporos bacterianos, em intervalo de tempo operacional, que normalmente varia entre 4 e 18 horas, dependendo do tipo de agente empregado. São altamente tóxicos ao homem e ambiente. Em geral, têm sua ação diminuída em presença de matéria orgânica, como sangue, saliva e tecidos humanos.

Os produtos químicos utilizados para esterilização são geralmente gás óxido de etileno, vapor de formaldeído e vapor de peróxido de hidrogênio. Quanto aos líquidos, o glutaraldeído e o ácido paracético são esterilizantes, e os demais (cloro, iodoformas, compostos fenólicos e quaternários de amônio) são agentes desinfetantes, isto é, eliminam ou reduzem o número de microrganismos patogênicos presentes em materiais.

A utilização de esterilizantes químicos é limitada pelos seguintes fatores:

- os agentes utilizados, por si só, constituem em um resíduo difícil de ser descartado tendo em vista a sua toxicidade, necessitando de um tratamento posterior em uma estação de tratamento de esgotos;
- não são indicados para resíduos anátomo-patológicos, animais contaminados, entre outros;
- são ineficientes na presença de excesso de matéria orgânica;

- seu emprego representa altos riscos para os operadores, pois são produtos tóxicos que emitem vapores irritantes e odores desagradáveis, além do comprovado potencial mutagênico e carcinogênico;
- exigem acondicionamento especial.

Devido à toxicidade, volatilidade e outras características perigosas, os produtos químicos destinados à esterilização devem ser armazenados em ambientes especiais com rígido controle de ventilação, temperatura e acesso de pessoas autorizadas. Deve ser observado também com frequência o prazo de validade destes produtos, bem como o aspecto da solução para verificar qualquer alteração.

Outros métodos - A área de tratamento de resíduos está em desenvolvimento em nível mundial, com o surgimento de vários métodos alternativos. Nos Estados Unidos, o Estado da Califórnia, conhecido por sua postura rigorosa quanto ao tratamento das questões ambientais, publicou um documento informativo em julho de 1999, no qual se encontram métodos alternativos aprovados para o tratamento de RI (US STATE OF CALIFORNIA, 1999), onde figuram tocha plasma, moagem com adição de produtos químicos com ou sem calor, encapsulamento, ondas de rádio de baixa frequência, esterilização por gás, calor seco, úmido ou microondas seguida de moagem ou compressão, conjunção de microondas com vapor de água.

Quanto aos resíduos farmacológicos e químicos, é recomendado o retorno ao fabricante com fins de tratamento, sempre que possível. Para a disposição em aterros, é necessário observar a concentração de alguns medicamentos, que podem alterar a dinâmica de degradação da matéria orgânica no aterro (Morel & Bertussi F^o, 1997). Os resíduos químicos, drogas quimioterápicas, resíduos farmacêuticos etc, deverão ser submetidos a tratamento e disposição final específicos, de acordo com suas características de toxicidade, inflamabilidade, corrosividade e reatividade.

Os rejeitos radioativos gerados nos estabelecimentos de medicina nuclear são controlados de acordo com o que determina a Norma CNEN-NE-6.05. Basicamente, o procedimento para o tratamento destes resíduos é o seguinte:

- segregação rigorosa dos resíduos sólidos contaminados, de acordo com o radionucléido e sua respectiva meia vida;
- após a segregação, os resíduos ativos devem ser colocados na lixeira blindada com chumbo e revestida com saco plástico. No final dos trabalhos, os sacos plásticos devem ser retirados, fechados e rotulados. No rótulo devem estar contidas todas as informações relativas aos resíduos, tais como a procedência, o tipo e data de geração. Devem ser tomados cuidados especiais para não misturar radionucléidos diferentes, evitando também que haja contaminação de grande quantidade de material, como caixas de papelão, embalagens de seringas etc.;
- após o acondicionamento correto os resíduos contaminados devem ser encaminhados para o poço de decaimento, um depósito construído em concreto, com paredes de 10cm de espessura revestida com cimento baritado e portas e tampas blindadas com chapas de chumbo com espessura variável entre 3 e 4mm;
- passado o tempo estipulado para o decaimento da radioatividade, deve ser feito o monitoramento com contadores Geiger para verificação de possíveis irradiações. Verificada a normalidade da situação, os resíduos podem ser encaminhados para disposição final junto aos resíduos comuns.

Os resíduos comuns do estabelecimentos de serviços de saúde devem ser levados para o tratamento disponível na região para esse tipo de resíduo proveniente de fontes diversas.

Valorização

Os resíduos destinados à valorização deverão ser devidamente triados e acondicionados na origem, segundo o Plano de Gerenciamento do estabelecimento, com a observação de condições higiênico-sanitárias adequadas. Poderão ser destinados à reciclagem materiais diversos, excluídos os RI, ou seja, grupo A da resolução CONAMA nº 5/93, Artigo 11 § 3º.

A valorização visa a obtenção de recursos econômicos através da venda de materiais como chapas de raio-X e embalagens plásticas e de papelão, vidros, pilhas e baterias, como também do resíduo administrativo, entre outras possibilidades. Os benefícios ambientais estão

tanto na não deposição desses materiais no solo, ou em outro meio de eliminação, quanto na economia de matérias primas e fontes de energia.

De acordo com Casey & Weeks (1993), já na elaboração do plano de gerenciamento de resíduos deve ser feita uma pesquisa de mercado para avaliar a viabilidade de colocação de materiais para reciclagem, e quais são os tipos que efetivamente serão aproveitados. Segundo os autores, a educação do reciclador no sentido de que os resíduos médicos limpos podem ser seguros, desde que segregados e manipulados corretamente, é um sério obstáculo para o programa de reciclagem. “A educação é também fundamental para enfermeiros, assistentes e técnicos de enfermagem, pessoal da limpeza, médicos, residentes e pessoal de anestesia”, referindo-se a sua participação no momento de abertura de embalagens de maneira a não sujá-las e nos procedimentos de segregação de materiais.

Ainda segundos estes, a partir da década de 60, com a descoberta do plástico e suas várias aplicações, houve várias mudanças nos centros cirúrgicos, com a introdução de artigos descartáveis, sendo amplamente aderidos na década de 80. São compostos principalmente por plásticos, papel, algodão e metais (aço inoxidável), todos de uso único, incluindo desde bacias e roupas até instrumentos cirúrgicos e acessórios, como iluminadores manuais e sugadores. Esses materiais, muitas vezes não usados nos procedimentos, são jogados fora, pois, uma vez abertos, não mais são considerados esterilizados, pelos princípios de precauções. Somado a isso, a sofisticação das embalagens, com envoltórios plásticos, papéis, bandejas plásticas, alumínio, esponjas, em muitos casos todos utilizados juntos, como nos kits cirúrgicos aumentam a quantidade de resíduos produzidos. Esse tipo de situação é muito comum nos centros sofisticados de tratamentos, e em países de elevada renda, os quais dispõem de meios econômicos para manter o sistema. Nesses, os centros de prestação de assistência, assim como os profissionais (e as escolas onde recebem sua formação) incorporaram essa prática como essencial para a qualidade da assistência prestada. Muitos hospitais americanos eliminaram o setor de esterilização de materiais e dispensaram os profissionais que se ocupavam do reprocessamento de materiais. Esses autores aconselham que “deveríamos repensar o conceito ‘totalmente descartável’ e investigar a idéia de ‘reúso’”. Alertam que a implementação de produtos reutilizáveis expõe os empregados a maior risco ocupacional, e também aumenta a necessidade mão-de-obra, mas que não só os custos com capital e mão-de-obra devem ser examinados, como também a implementação de programas educacionais e de

treinamento. Essa realidade, em termos gerais, é bastante diferente da brasileira, onde a prática do reúso é normal.

Dr. Eugene C. Cole (WHO)⁶ alerta que todo o processo de gerenciamento deve ser registrado por escrito, do qual constarão informações sobre quantidades de resíduos geradas por departamento e globalmente, gastos anuais com o gerenciamento e o sucesso dos esforços de minimização. Tais registros devem explicitar os custos diretos com materiais e equipamentos usados na coleta, transporte, armazenamento, tratamento, disposição final, descontaminação e limpeza, além dos custos de treinamento, ações preventivas quanto à exposição a riscos ocupacionais e tratamentos pós exposição. Os custos de manutenção, bem como, com a contratação de serviços diretamente ligados à área de resíduos, devem ser documentados.

Alguns autores pesquisam uma possível ligação entre resíduos e doenças que possam decorrer do seu contato. Quanto ao risco que estes representam às comunidades, são tanto menores quanto melhor for o gerenciamento adotado, envolvendo todos os seus passos, desde a objetividade das definições e classificações, até a escolha dos métodos de eliminação e locais para deposição, como também, seu monitoramento. Quem está exposto mais diretamente aos riscos do gerenciamento e disposição impróprios são os manipuladores de resíduos e os prestadores de assistência à saúde. A ligação entre os RI e esses últimos, os pacientes por eles tratados e suas conseqüências não está completamente esclarecida. A seguir, será discutida a relação existente entre resíduos hospitalares e infecções hospitalares, por meio do estudo da epidemiologia dessas infecções, do papel da resistência e imunidade, assim como, dos microrganismos mais freqüentes nesse tipo de patologia.

⁶ Data não referida no documento, mas sua referência bibliográfica mais recente data de 1995.

2.8. RESÍDUOS HOSPITALARES E INFECÇÕES HOSPITALARES

As Infecções Hospitalares (IH), também conhecidas como Infecções Nosocomiais (IN), segundo definição NNISS (National Nosocomial Infection Surveillance System) do CDC, cuja metodologia utilizada nos Estados Unidos para controle epidemiológico das IH foi adotada pela Coordenação de Controle de IH do Ministério da Saúde do Brasil desde 1994 (Brasil, 1994c), constituem uma condição localizada (abscesso, pneumonia) ou sistêmica, resultante de reação adversa à presença de agente(s) infeccioso(s) ou de sua(s) toxina(s) adquirida por um paciente durante sua internação no hospital e não possui evidência de que estivesse presente ou incubada por ocasião da admissão no hospital, a não ser que a infecção se relacione a uma admissão prévia NNISS, e atende aos critérios de locais (sítios) específicos de infecção.

De uma forma mais simples, Tortora e Cols. (1997) definem IH como aquela que não mostra nenhuma evidência de estar presente ou incubando no momento da admissão no hospital; é adquirida como resultado de uma estada no hospital. O diagnóstico da presença e localização é dado pelo conjunto de informações clínicas e laboratoriais. O tempo de acompanhamento do paciente para que se defina a infecção é variável: até 48h após alta da UTI; 30 dias após cirurgia, ou 1 ano se houver colocação de prótese; e qualquer infecção do neonato até 28 dias de vida, exceto as adquiridas por via transplacentária (Couto & Nogueira, 1997).

Apesar de não haver dados registrados, sabe-se que as infecções hospitalares surgiram ao mesmo tempo da criação de hospitais, possivelmente devido à alta incidência de doenças epidêmicas na comunidade e às precárias condições de higiene.

A devida importância às IH só foi dada a partir da metade do século XIX, tendo alguns profissionais pioneiros se destacado: Oliver Holmes – 1843, acreditava que a febre puerperal era contagiosa e transmitida de uma mãe para outra pelas mãos das parteiras e cirurgiões; Ignaz P. Semmelweis – 1847, introduziu o uso de antissépticos na prática obstétrica; Florence Nightingail – 1863, criadora da enfermagem como profissão; Louis Pasteur – 1864, criou a

pasteurização; Joseph Lister – 1867, pela introdução do uso de antissépticos na prática cirúrgica; Robert Koch – 1876, teoria da doença causada por germes; Paul Ehrlich – 1890, estabeleceu a teoria da imunidade e em 1908, juntamente com Elie Metchnikoff, descobriu o uso de agentes químicos no tratamento de infecções; Alexander Fleming – 1928, descoberta da penicilina.

Na década de 30 houve a introdução do uso de antimicrobianos, juntamente com práticas higiênico-sanitárias no controle das IH. Durante a Segunda Guerra Mundial houve um grande avanço com o uso da penicilina. Na época, o assunto parecia ter chegado ao fim. Porém uma década depois, nos EUA houve uma epidemia de estafilococos resistentes a este antimicrobiano, principalmente em pacientes cirúrgicos (Santos, 1997). Desde então, várias drogas foram introduzidas, houve a intensificação da pesquisa, e o intervalo de tempo entre a introdução de um antibiótico e a constatação de resistência tem diminuído. A primeira Conferência Internacional sobre IH ocorreu em meados dos anos 70; nesta ocasião constatou-se que menos de 10% dos hospitais possuíam pessoas responsáveis para cuidar do assunto. Apenas em 1990, com a terceira Conferência, é que foi regulamentado o papel do profissional de controle de IH, e delineado o sistema de prevenção de doenças infecciosas em hospitais.

No Brasil, apenas em 1983 o assunto foi regulamentado com a Portaria 196 do Ministério da Saúde, que tornou obrigatória a implantação de comissões de controle de infecções hospitalares em todos os hospitais. Em 27 de agosto de 1992 foi promulgada a Portaria 930, que reestruturou o programa de controle das IH (Santos, 1997). Entretanto, o próprio Ministério da Saúde admite que nos últimos dez anos apenas 10% dos hospitais implantaram estas comissões. Com a intenção de difundir os conhecimentos da vigilância epidemiológica das IH e ajudar a melhorar essa condição esse Ministério adotou o NNISS (supracitado).

Devido a todas essas discussões, a IH passou a ser vista com mais seriedade no cuidado de prevenção primária, pois serve como importante índice de qualidade da assistência médico-hospitalar, e o serviço de prevenção passou a ser considerado um programa prioritário de garantia de qualidade na área de assistência médica.

É difícil estabelecer a conexão exata entre resíduos e IH (Busch *et al.*, 1991; Zanon, 1991a; Guimarães, 1997). O órgão federal americano Agency for Toxic Substances and Disease Registry (apud Duff, 1993) não encontrou evidências para conectar RI à transmissão

de AIDS e hepatite fora de situações ocupacionais ou de tratamento de saúde. Ainda segundo esta fonte, o CDC não tem evidência epidemiológica de transmissão de doença por exposição a RI fora dos locais de produção, tratamento e disposição. São muitas, e complexas, as variáveis que envolvem o problema. Embora seja fácil demonstrar a presença de microbianos no meio ambiente, é difícil estabelecer o papel patogênico dos mesmos num evento, pois irá depender de outros fatores, como a adaptação desses ao ambiente, que pode fazer com que eles mudem seu metabolismo a ponto de perder sua carga patogênica ao homem (Guimarães, 1997). Segundo o Manual de Controle de Infecção Hospitalar do Ministério da Saúde de 1987 (apud Gauszer, 1996) o hospital deve ser considerado ambiente insalubre por vocação, pois concentra hospedeiros mais susceptíveis e microrganismos mais resistentes. Entretanto, nem por isso a IH acomete a todos que lá trabalham ou que por lá transitam.

A ligação concreta que pode ser feita é sobre a observação de Busch e Cols. (1991) de que na maioria dos pequenos, e em muitos médios, hospitais brasileiros, a própria equipe de enfermagem se encarrega de fechar e recolher os sacos de resíduos das unidades geradoras, indo após prestar assistência ao paciente ou lidar com materiais sem, muitas vezes, lavar as mãos adequadamente.

2.8.1. Epidemiologia das Infecções Hospitalares

Tortora e Cols. (1997) consideram as Infecções Hospitalares (IH) como resultado da interação de três fatores principais: 1) microrganismos no ambiente hospitalar, o qual é um grande reservatório de uma variedade de patógenos; 2) um hospedeiro susceptível, que tem sua resistência comprometida em função de doença, terapia, queimadura ou outra solução de continuidade da pele ou mucosa, ou que esteja nas faixas etárias críticas de extremos de idade; e 3) a corrente de transmissão no hospital, direta, principalmente o contato através das mãos do pessoal de assistência, e indireta, de fômites tais como alimentos, materiais e equipamentos contaminados, ou procedimentos invasivos; não basta a presença de apenas um dos fatores, mas a interação dos três.

Segundo Santos (1997), a Epidemiologia pode ser definida como o estudo dos fatores que influenciam a ocorrência e distribuição das doenças. Procura responder às questões: 1)

Como os agentes infecciosos se espalham de indivíduos infectados para a população? 2) De onde vêm os agentes infecciosos? 3) Como se pode rastrear a fonte do agente infeccioso?

A mesma autora explicita o modelo para controle da infecção proposto por Chauvigny, baseado na epidemiologia tradicional, o qual atua na interação com reservatórios, hospedeiro e meio ambiente por intermédio da via de transmissão. São aplicados três níveis de prevenção, primário, secundário e terciário. A prevenção primária compreende as técnicas utilizadas antes das infecções ocorrerem e que são aplicadas aos reservatórios, vias de transmissão e/ou hospedeiro de vários modos, como por exemplo, a esterilização interfere nos microrganismos contidos nos reservatórios; a lavagem das mãos, na transmissão; a proteção do hospedeiro, identificando os pacientes de risco e aplicando técnicas severas de prevenção. O nível secundário é o do diagnóstico precoce e tratamento da IH, e o terciário é o de reabilitação das condições do paciente. Dentro dessa compreensão, pode-se incluir o gerenciamento de resíduos como mais uma prática de prevenção primária, pois representa o isolamento e confinamento de uma possível fonte de agentes infecciosos, atuando na quebra da cadeia de transmissão.

Dependendo da fonte de infecção, essa pode ser endógena, a qual é causada por micróbios que fazem parte da flora normal da própria pessoa que sofre a infecção, e que é a mais freqüente; ou exógena, aquela causada por micróbios de uma fonte externa, como o ambiente, outras pessoas ou fômites (Pelczar et al., 1981). Aqui, novamente pode-se incluir o gerenciamento de resíduos como importante atividade que interfere na quebra da corrente de transmissão de agentes infecciosos.

Os Fatores de Risco (FR) de se contrair uma infecção podem ser divididos em FR intrínsecos, que representam a predisposição do hospedeiro para a infecção, determinada pelo tipo e gravidade da doença de base; e, FR extrínsecos, que consistem na qualidade do ambiente e equipamentos, nas agressões feitas ao hospedeiro (terapias utilizadas, exames) e, qualidade do cuidado dispensado ao paciente pela equipe de assistência médica. É importante salientar que o ambiente não causa infecção, mas sim os deslizes com a qualidade dos cuidados higiênicos que a ele devem ser dispensados (Herwaldt & Wenzel, 1995).

2.8.2. Resistência e Imunidade

Inúmeros fatores podem alterar o equilíbrio entre microrganismos e hospedeiro.

Para Nascimento e Cols. (1998), as bactérias têm recursos genéticos para aquisição e transmissão de resistência a antibióticos, assim como a resistência intrínseca da espécie, que superam rapidamente os recursos terapêuticos. Isto é muito preocupante em função do aumento de pessoas imunodeprimidas hospitalizadas, e do aumento de cepas resistentes, para as quais estão se esgotando as opções terapêuticas.

Segundo Pelczar e Cols. (1981), resistência e imunidade podem ser definidas como a capacidade do hospedeiro em evitar ou vencer a invasão por microrganismos patogênicos. Ambos termos podem ser considerados sinônimos, mas costuma-se pensar na imunidade como os fatores adquiridos que contribuem para a resistência.

Para esses últimos autores, as baixas de resistência no hospedeiros podem ser provocadas por desnutrição, outras enfermidades, traumatismos ou supressão intencional das respostas imune ou inflamatória por drogas selecionadas. Os fatores de risco para IH citados por Guimarães (1997) são pressão seletiva de antibióticos, procedimentos invasivos (injeções, sondas e tubos, cirurgias, instrumentos para exames internos), longa permanência hospitalar e gravidade da doença básica. De acordo com ele, em quase todos é possível interferir para a redução das IH uma vez identificados, exceto doença básica.

Muito embora o parasita use todos os meios à sua disposição para estabelecer uma infecção, o organismo do hospedeiro possui inúmeros mecanismos de defesa para preveni-la. As implicações das relações hospedeiro-parasita são muitas e variadas, não sendo possível considerar um sem o outro (Pelczar et al., 1981). E afirmam que “a virulência de um microrganismo é influenciada não apenas pelas propriedades inerentes do germe, mas, também, pela habilidade do hospedeiro em repelir a invasão e impedir a lesão”.

2.8.3. Microrganismos Mais Frequentes nas Infecções Hospitalares

Livre de micróbios enquanto no interior do útero, em condições normais de gravidez, durante o nascimento o ser humano tem seu primeiro contato com a população microbiana normal, os lactobacilos presentes no canal vaginal. Mais microrganismos do ambiente são introduzidos quando inicia a respiração e a alimentação, como por exemplo a *Escherichia coli* presente nos alimentos, que se aloja no intestino grosso e lá permanece por toda a vida da pessoa (Tortora et al., 1997). O ser humano vive em uma biosfera composta de vários microrganismos que representam tipos, variantes, espécies, cepas, gêneros etc. “Um corpo humano típico contém 1×10^{13} células corporais, enquanto aloja um número estimado de 1×10^{14} células bacterianas” (Tortora et al., 1997). A composição desse ambiente microbiano é inteiramente dinâmica, com a presença de bactérias, leveduras, fungos, protozoários e vírus constituindo a sua microbiota, ou flora normal (Isenberg & D’Amato, 1995). A existência de uma “flora viral normal” nos seres humanos é duvidosa (Jawetz, 1998). Constantemente, numerosas aquisições e perdas, qualitativas e/ou quantitativas, estão em curso (Pelczar et al., 1981; Isenberg & D’Amato, 1995, Guimarães, 1997). Embora diversas áreas do corpo humano sejam estéreis, as espécies microbianas da flora normal humana são bastante numerosas e diversificadas, presentes em várias áreas do corpo, em diferentes proporções. As listas de microrganismos estão em constante modificação (Isenberg & D’Amato, 1995). O QUADRO 7 apresenta um resumo das espécies que constituem a microbiota indígena de várias partes do corpo. O *Staphylococcus aureus* habita o nariz de quase todos os seres humanos, estando presente também em outras áreas do corpo, como pele, conjuntiva dos olhos e couro cabeludo. A *E. coli* habita o intestino grosso de todas as pessoas. Já a *Pseudomonas aeruginosa*, de acordo com Tortora e Cols. (1997), é encontrada apenas em pequeno número na uretra (trato urinário inferior), possivelmente devido a sua grande virulência, já sendo considerada normal sua colonização no homem; este agente não fazia parte das listagens de publicações do início da década de 80.

QUADRO 7 - MEMBROS REPRESENTATIVOS DA MICROBIOTA NORMAL POR REGIÃO CORPORAL*

Região de incidência	Microorganismo
Pele	<i>Staphylococcus epidermidis</i> , <i>S. aureus</i> , <i>Propionibacterium acnes</i> , <i>Corynebacterium xerosis</i> , <i>Pityrosporum spp.</i> (fungo), <i>Candida spp.</i> (fungo)
Olhos (conjuntiva)	<i>S. epidermidis</i> , <i>S. aureus</i> , difteróides
Boca	Várias espécies de <i>Streptococcus</i> , <i>Lactobacillus</i> , <i>Actinomyces</i> , <i>Bacteroides</i> , <i>Fusobacterium</i> , <i>Treponema</i> , <i>Corynebacterium</i> , e <i>Candida</i> (fungo)
Nariz e garganta (sistema respiratório superior)	<i>S. epidermidis</i> , <i>S. aureus</i> , e difteróides aeróbicos no nariz; <i>S. epidermidis</i> , <i>S. aureus</i> , difteróides, <i>Haemophilus</i> , <i>Streptococcus pneumoniae</i> , e <i>Neisseria</i> na garganta
Sistema urogenital	<i>S. epidermidis</i> , micrococos aeróbicos, <i>Enterococcus</i> , <i>Lactobacillus</i> , difteróides aeróbicos, <i>Pseudomonas</i> , <i>Proteus</i> , <i>Klebsiella</i> na uretra; lactobacilos, difteróides aeróbicos, <i>Streptococcus</i> , <i>Staphylococcus</i> , <i>Bacteroides</i> , <i>Clostridium</i> , <i>Candida albicans</i> (fungo), e <i>Trichomonas vaginalis</i> (protozoário) na vagina
Intestino grosso	<i>Lactobacillus</i> , <i>Bacteroides</i> , <i>Fusobacterium</i> , <i>Enterococcus</i> , <i>Bifidobacterium</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Enterobacter</i> , <i>Citrobacter</i> , <i>Proteus</i> , <i>Klebsiella</i> , <i>Shigella</i> , e <i>Candida</i> (fungo)

Fonte: Tortora et al. (1997), adaptado

* a não ser quando indicado, os organismos são bactérias

Zanon & Neves (1987) classificam a microbiota normal humana quanto ao número de microrganismos por mililitro em pouco abundante (até 10^4 /ml) em áreas de pele seca, na uretra, no estômago, no duodeno e no jejuno; moderadamente abundante (10^5 - 10^6 /ml) no couro cabeludo, nas axilas, na face e nas fossas nasais; e muito abundante (superior a 10^6 /ml) no trato respiratório superior, na saliva, na superfície dentária, e podendo chegar até 10^{12} /ml, como ocorre no sulco gengivo-dental e no cólon. E acrescentam que “são potencialmente capazes de causar doença infecciosa, desde que os mecanismos de imunodefesa do hospedeiro o permitam”.

Isenberg & D'Amato (1995) e Guimarães (1997) frisam que “não existe microrganismo não-patogênico, conceito errôneo e arcaico”, que admite implicitamente que a patogenicidade ocorre apenas por atributos destes, desconsiderando os fatores do hospedeiro. Exemplificam

com agentes considerados não-patogênicos até pouco tempo, mas que vêm sendo constantemente isolados em pacientes portadores de próteses cirúrgicas e imunodeprimidos, como agentes etiológicos de IH. Segundo eles, o termo microrganismo patogênico somente pode ser aplicado, invariavelmente, a poucos microorganismos, se a este termo pretende-se dar a significação de causadores de doenças infecciosas em qualquer situação. Da mesma forma, Tortora e Cols. (1997) exemplificam que grandes números de *E. coli* estão normalmente presentes no intestino de pessoas saudáveis, porém sua presença no trato urinário normalmente resulta em doença, isto é, em condições normais é não-patogênico no intestino, mas o é no trato urinário. E esclarecem que agente patogênico (ou simplesmente patógeno) é organismo capaz de produzir doença, e o termo patogenicidade diz respeito à habilidade de um microrganismo causar doença pela superação das defesas do hospedeiro. Já a virulência indica o grau de patogenicidade ou a habilidade de causar doença de um microrganismo.

Para Isenberg & D'Amato (1995, s/p.) a noção de que a doença no hospedeiro é produzida apenas em função da virulência e patogenicidade dos microrganismos não é mais aceita:

Os mecanismos de defesa específicos e não específicos do hospedeiro, a saúde geral do indivíduo, e os vários estresses sofridos pelo hospedeiro têm influência considerável, senão papel determinante, no início e progresso da doença infecciosa. São muitos os fatores que desencadeiam os sintomas de doença infecciosas, variando de pessoa para pessoa.

Para Guimarães (1997), é muitas vezes difícil estabelecer a ligação entre agentes patogênicos potenciais presentes em ambiente hospitalar e doenças infecciosas humanas. Embora havendo prevalência de determinado agente no meio ambiente, “o papel etiológico desse organismo na infecção não pode ser categoricamente estabelecido”. De acordo com este autor, atualmente, a maioria das infecções hospitalares, se não todas, é causada por patógenos oportunistas (secundários). Ele apresenta a classificação de patógenos em: primários são aqueles microrganismos que, possuindo características peculiares, são capazes, por si próprios, independentemente de fatores do hospedeiro, de provocar doenças infecciosas; e, patógenos secundários (ou oportunistas) quando desenvolvem sua capacidade patogênica na existência de um desequilíbrio na relação parasita-hospedeiro.

A dose requerida para uma infecção demonstrável em 50% dos animais testados é chamada DI_{50} (dose infecciosa para 50% dos hospedeiros). Por exemplo, a DI_{50} para o *Vibrio cholerae*, causador do cólera, é 10^8 células, mas havendo neutralização do ácido estomacal o número diminui significativamente (Tortora *et al.*, 1997). Zanon & Moraes (1987) indicam a dose letal para 50% dos animais infectados em laboratório (DL_{50}) como unidade de medida de virulência para o homem. Varia com diferentes espécies, e estirpes diferentes da mesma espécie. Extrapolando os resultados para o homem, estima-se que sejam necessárias 10^5 - 10^6 células de *S. aureus* para produzir infecção.

Segundo Miller & Gonçalves (1995), a maioria das infecções do trato urinário é atribuída ao *E. coli*, mas Kloos & Bannerman (1997) colocam os estafilococos como principais responsáveis. Entretanto, todos eles citam a presença de ≥ 100.000 UFC/ml (Unidades Formadoras de Colônias por ml) de um único tipo de bactérias como infecção inequívoca. Nas infecções alimentares por *S. aureus*, Bryan (1995) coloca o isolamento de 10^5 bactérias/g de comida epidemiologicamente implicada.

“Estima-se que 90% das IH sejam causadas por bactérias, 9% por fungos e 1% por vírus, protozoários e helmintos” (Zanon & Moraes, 1987, s/p.). Mais uma vez denota a importância da intensificação dos estudos em relações às primeiras. Os referidos autores citam que estudos feitos por Atkinson e Moore em 300 hospitais norte-americanos durante a década de 70 revelaram que 96% das infecções bacterianas são causadas por 24 espécies, das quais apenas o *Streptococcus pyogenes* pode ser considerado patógeno primário; *E. coli* e *P. aeruginosa* são as bactérias gram-negativas mais freqüentes e o *S. aureus* encabeça a lista das gram-positivas, seguida do *Staphylococcus epidermidis*.

Pelczar e Cols. (1981) relatam que as infecções mais freqüentes nos hospitais modernos norte-americanos, referindo-se à década de 70 devido à época da publicação, são as provocadas por *E. coli*, *S. aureus*, *Proteus mirabilis* e *Klebsiella pneumoniae*, todos encontrados em hospedeiros sadios.

Herwaldt & Wenzel (1995) explicam que os organismos causadores de IH têm mudado periodicamente em função das práticas médicas, incluindo o uso de antibióticos, e o intervalo entre as mudanças têm diminuído e o número de diferentes organismos causadores, aumentado. Acrescentam que, atualmente, os considerados microrganismos não-patogênicos,

como alguns estafilococos e enterococos, esses residentes no intestino, representam proeminentes agentes de infecção nosocomial. Os autores atestam que a maioria (90%) das IH ocorre de forma endêmica, e apenas 20 a 33% dessas infecções podem ser prevenidas.

Para Tortora e Cols. (1997), nos dias atuais os principais causadores de IH nos Estados Unidos são cepas de *S. aureus* resistentes a antibióticos e, *E. coli* e *P. aeruginosa*. Estão representados na TABELA 2, em relação à percentagem em que ocorrem e ao tipo de infecção causada, os principais microrganismos. Os principais agentes etiológicos, como se vê, são as bactérias que habitam o intestino (enterobactérias), porém as demais constituem altos índices isoladamente.

TABELA 2 - MICRORGANISMOS ENVOLVIDOS NA MAIORIA DAS IH

Microrganismo	% do total	Infecção causada
Enterobactérias (<i>E. coli</i> , <i>Klebsiella spp</i> , <i>Proteus spp</i> , <i>Enterobacter spp</i> , e <i>Serratia marcescens</i>)	> 40	Do trato urinário, peritonite, bacteremia, pneumonia, septicemia, inflamações gastrointestinais, e meningite neonatal
<i>S. aureus</i>	11	Do trato urinário e respiratório e endocardite
Fungos (predominância de <i>Candida albicans</i>)	10	Pneumonia e infecções de sítio cirúrgico
<i>Enterococcus</i>	10	Infecções de sítio cirúrgico, do trato urinário e endocardite
<i>P. aeruginosa</i>	9	Queimaduras e infecções de sítio cirúrgico, septicemia e pneumonia

Fonte: Tortora et al. (1997), adaptada

Para Guimarães (1997), a *E. coli* representa atualmente um grande problema de IH devido a sua grande incidência, ao passo que o perigo oferecido pela *S. aureus* e *P. aeruginosa* tem o adicional desafio do tratamento:

A *E. coli* permanece a bactéria mais comumente isolada, sendo geralmente altamente susceptível a antimicrobianos. A *P. aeruginosa* é o segundo patógeno gram-negativo mais comumente isolado em muitos hospitais e cepas altamente resistentes ainda predominam, especialmente em centros de tratamento intensivo. O *S. aureus* permanece o patógeno gram-positivo dominante, com o MRSA (estafilococo meticilina-resistente) representando um grande problema para o controle de infecções hospitalares

Segundo documentação da Comissão de Controle de Infecções Hospitalares do Hospital Governador Celso Ramos (HGCR) de Florianópolis, SC, os levantamentos feitos pelo Programa de Controle de Antibióticos para traçar o perfil de antibiótico- susceptibilidade em 1994/95 (Anexo 2), 1997 (Anexo 3) e 1999 (Anexo 4), apresentados na TABELA 3, mostram que os três principais microrganismos isolados em infecções nesses anos foram em primeiro lugar *E. coli*, em segundo *S. aureus* e em terceiro *P. aeruginosa*, sempre nessa ordem; os demais alternam-se nas posições, não havendo muita variação de espécies. A constatação destes resultados está de acordo com as informações obtidas na literatura pertinente, que trazem *E. coli*, *S. aureus* e *P. aeruginosa* como as principais bactérias responsáveis pelas IH.

TABELA 3 - PRINCIPAIS MICRORGANISMOS ISOLADOS EM INFECÇÕES NO HGCR

	1994/95 * nº de casos	1997 * nº de casos	1999 * nº de casos
<i>Escherichia coli</i>	187	266	258
<i>Staphylococcus aureus</i>	134	177	250
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	120	139	197
<i>Staphylococcus coagulase(-)</i>	-	63	181
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	74	59	93
<i>Enterobacter cloacae</i>	54	67	93
<i>Acinetobacter calcoaceticus</i>	53	-	-
<i>Serratia marcescens</i>	50	49	41
<i>Citrobacter freundii</i>	50	-	-
<i>Proteus mirabilis</i>	48	40	48
<i>Enterococcus faecalis</i>	35	78	98
<i>Acinetobacter baumannii</i>	-	73	76

Fonte: Comissão de Controle de Infecções Hospitalares do Hospital Governador Celso Ramos, adaptada

* ordenação decrescente pela primeira coluna

O fato de figurarem praticamente as mesmas bactérias nas discussões e tabelas evidencia sua importância dentro do contexto das infecções hospitalares. Embora a análise das infecções seja feita epidemiologicamente, pois como se viu, é necessária a interrelação de fatores, há que se conhecer com mais detalhes os agentes causais principais para que se possa interferir nos seus mecanismos de atuação.

2.9. BACTÉRIAS: CARACTERÍSTICAS GERAIS

Membros do reino Procarionte, as bactérias estão amplamente disseminadas no ambiente, tendo sido identificadas e listadas no “Approved List of Bacterial Names” 2600 espécies; dessas, menos de 10% são patogênicas ao ser humano (Tortora *et al.*, 1997). Além da ameaça direta ao homem sob forma de IH demonstrada anteriormente, *E. coli*, *S. aureus* e *P. aeruginosa* têm também interesse sanitário ambiental, dado que as análises de águas de abastecimento, águas residuárias, solos e alimentos por exemplo, requerem a avaliação destes microrganismos (Hagler & Hagler, 1988; Mattoso, 1996). De acordo com Mota (1997), as *E. coli*, representantes dos coliformes fecais, são um dos mais importantes indicadores, “[...] pois mostram, com maior precisão, a presença de matéria fecal [...]” e “[...] sua sobrevivência na água é, de um modo geral, comparável à dos microrganismos patogênicos”. Segundo ele, a estimativa é de que para cada 100 ml de esgotos domésticos 10^6 a 10^9 coliformes fecais estejam presentes. Hagler & Hagler (1988) afirmam que as *E. coli* são consideradas como sendo de origem unicamente fecal, sendo pesquisadas em qualquer meio para detecção de contaminação fecal; *S. aureus* e *P. aeruginosa* têm especial importância em águas balneáveis, como piscinas, pois podem causar infecções de pele, ouvidos, olhos etc. No solo, as *E. coli* contribuem para a fixação biológica do nitrogênio, e bactérias do gênero *Pseudomonas*, na desnitrificação (Pelczar *et al.*, 1981). Ainda segundo esses últimos autores, *Escherichia* e *Pseudomonas* estão presentes em grandes números no esgoto doméstico, sendo que num tratamento em digestor anaeróbio elas predominam durante as etapas iniciais.

As bactérias, como qualquer ser vivo, dependem de certas condições para viver e se reproduzir, como nutrição apropriada e meio físico adequado, os quais serão abordados a seguir, bem como, formas de quantificação. Da mesma forma, serão feitos alguns comentários sobre as bactérias usadas para esse trabalho.

2.9.1. Crescimento das Bactérias

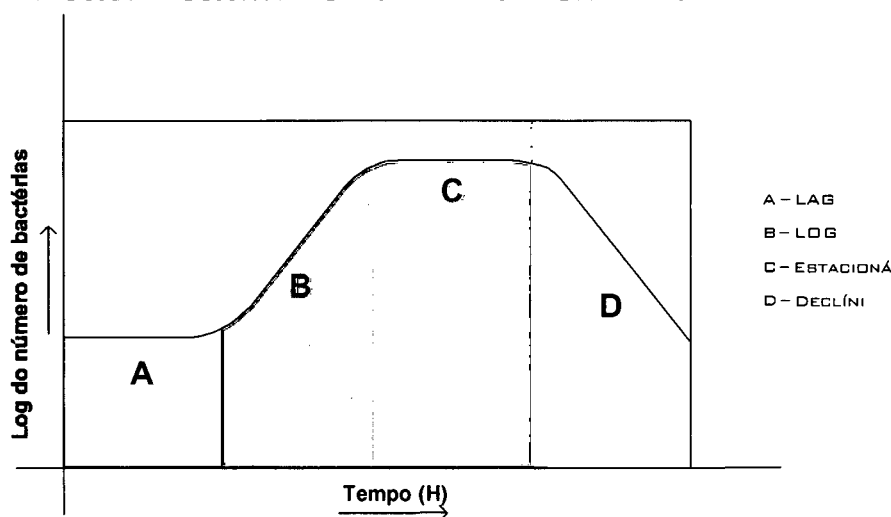
O crescimento bacteriano caracteriza-se pelo aumento do número de células, em relação ao que foi inoculado. Aumentando o número de bactérias, essas começam a juntar-se em *colônias*, que são agrupamentos celulares grandes o bastante para serem visualizadas sem um microscópio, contendo populações numerosas de centenas de milhares, ou até mesmo, bilhões de organismos (Tortora et al., 1997).

A reprodução por fissão binária transversal é o processo mais comum; de uma célula resultarão duas idênticas à célula mãe. O tempo de geração, que é o tempo necessário para que a população duplique, é variável entre as bactérias, podendo ser de 15 a 20 minutos para as *E. coli*, 30 minutos para *S. aureus*, ou de muitas horas para outras (Pelczar et al., 1981). Tortora e Cols. (1997) citam como exemplo a *E. coli*; considerando o seu tempo de geração de 20 minutos sob condições favoráveis, 20 gerações após inocular 1 única célula resultarão 1 milhão de células, o que poderia levar pouco menos de 7 horas. 30 gerações, ou 10 horas após, seriam 1 bilhão. Quando a concentração de bactérias aeróbias ultrapassa 1×10^7 /ml a velocidade de crescimento irá diminuir, e quando a concentração atingir $4-5 \times 10^9$ /ml a velocidade de difusão de oxigênio não consegue suprir a demanda, retardando progressivamente o crescimento (Jawetz et al., 1998).

Quando algumas bactérias oriundas de um meio onde cresceram até a saturação são inoculadas em um meio líquido estéril de crescimento, e essa cultura é incubada em condições ótimas de temperatura, pH e suplementação gasosa, com acompanhamento periódico do número de células viáveis, é possível traçar uma linha, ou curva de crescimento (Pelczar et al., 1981; Cappuccino & Sherman, 1996; Tortora et al., 1997; Jawetz et al., 1998). Quatro fases características de crescimento são observadas após a inoculação de bactérias, mostradas na FIGURA 2. A fase LAG, também chamada *fase de demora*, é a inicial, quando ocorrem as adaptações ao novo meio, com atividade intensa e estresse celular, sem aumento no número de células. A 2ª é a fase LOG ou *exponencial*, quando inicia a divisão celular e crescimento intenso e constante; o logaritmo do número de células, relacionado com o tempo, resulta em uma linha reta. Nesta fase as células estão mais sensíveis a condições adversas, atingindo o ápice. A seguir, vem a fase *estacionária*, na qual ocorre um equilíbrio entre o número de células mortas e o número de novas células; a atividade metabólica das células sobreviventes

diminui; a exaustão de nutrientes, o acúmulo de produtos metabólicos tóxicos e mudanças perigosas de pH levam ao declínio do crescimento. Na fase *de declínio* ou *de morte* ocorre o mesmo que na 2ª fase, mas em sentido oposto; a velocidade de morte segue logaritmicamente até atingir um nível em estado de equilíbrio dinâmico, com sobrevivência de pequena fração de células em relação à fase anterior, que poderão sobreviver por dias ou indefinidamente; também pode acontecer a completa extinção.

FIGURA 2 - CURVA DE CRESCIMENTO BACTERIANO



Diferentes associações ou interações ocorrem entre os microrganismos que habitam um ecossistema (Pelczar *et al.*, 1981; Tortora *et al.*, 1997). Essas podem ser de *neutralismo*, quando, mesmo vivendo em estreita proximidade, um não interfere no desenvolvimento do outro, não há competição; nas associações por *mutualismo* a relação é simbiótica, um beneficia o outro, como no caso entre o *Lactobacillus arabinosus* e o *Streptococcus faecalis*, em que cada um produz metabólito essencial para o outro, ou como *Proteus vulgaris* e *S. aureus*, em que ambos isoladamente fermentam a lactose produzindo ácido sem gás, mas em conjunto produzem ácido com gás, ou ainda como *E. coli* beneficia o homem ao sintetizar vitamina K e algumas do complexo B, no intestino grosso; no *comensalismo* um é beneficiado, e o outro permanece inalterado, como acontece com muitos microrganismos que habitam o homem sem trazer-lhe qualquer alteração, ou como o crescimento do *Haemophilus influenzae* é melhorado pelo fator V (coenzima) produzido pelo *S. aureus*. As associações podem também ser negativas, como no *antagonismo*, muito comum na natureza, em que um organismo afeta o ambiente de outro de modo adverso, como por exemplo, o *S. aureus* produz uma substância anti-fúngica difusível que prejudica o *Aspergillus terreus*. Na *competição*

organismos que se instalam no mesmo nicho ecológico, isto é, que requerem os mesmos nutrientes e mesmas condições ambientais, terão profunda influência recíproca, como ocorre entre *E. coli* e *S. aureus*; ao acompanhar seu crescimento em cultura pura e em cultura mista ocorre a diminuição do crescimento da *S. aureus* em cultura mista devido à *E. coli* ter um tempo de geração mais curto, dessa forma cresce mais rapidamente e esgota os alimentos, limitando o crescimento da *S. aureus*. O *parasitismo* acontece quando um organismo vive sobre ou dentro do outro (hospedeiro), dependendo deste para viver, roubando seu alimento, e comumente prejudicando-o; na *predação* um microrganismo mata e ingere o outro.

Como acontece com os outros organismos vivos, os microrganismos requerem certos nutrientes básicos e condições físicas que lhes possibilitem a vida, com grandes variações referentes às particularidades de cada espécie (Cappuccino & Sherman, 1996). Dessa forma, essas condições devem ser oferecidas no laboratório quando do cultivo desses de acordo com as necessidades de cada um (ou de acordo com o propósito da pesquisa), usando os chamados meios seletivos (*ver* 2.9.2.), e provendo as condições físicas necessárias para o seu desenvolvimento.

Necessidades nutricionais

O carbono é tão essencial quanto a água, fazendo parte da estrutura celular; nitrogênio, enxofre e fósforo constituem as proteínas, DNA, RNA e ATP; elementos metálicos Ca, Zn, Na, K, Cu, Mn, Mg, e Fe; vitaminas; água; energia, que pode vir de fonte luminosa para alguns, ou oxidação de componentes químicos para outros.

Fatores físicos

A *temperatura* influencia as reações químicas através de sua ação sobre as enzimas celulares. Geralmente fica entre 20° a 40°C para as mesófilas, as quais são o tipo mais comum de micróbio, sendo 37°C a temperatura ótima para muitas bactérias patogênicas, e por essa razão, é a temperatura das incubadoras de culturas clínicas. A maioria dos microrganismos cresce bem em temperatura semelhante á do corpo humano, porém não significa que não há crescimento em temperaturas extremas (Tortora et al., 1997). As psicrófilas podem crescer a 0°C ou menos, mas sua temperatura ótima é de 15-20°C. As termófilas são capazes de crescer em altas temperaturas, geralmente entre 50-60°C. As estenotermófilas, ou hipertermófilas, têm

sua temperatura ótima de crescimento a 80°C ou acima. O *pH* entre 6,5 e 7,5 é o ideal para o crescimento da maioria das bactérias, sendo poucas as espécies que conseguem sobreviver em ambiente ácido ou alcalino. Quando cultivadas em laboratório, geralmente as bactérias produzem ácidos que modificam o *pH*, e eventualmente interferem no seu crescimento (Tortora et al., 1997). As exigências atmosféricas geralmente têm o oxigênio e gás carbônico como gases principais. Como uma grande variedade responde à presença de oxigênio livre, são agrupadas em aeróbias, as que crescem em presença de oxigênio livre; anaeróbias são as que crescem em ausência de oxigênio livre; as anaeróbias facultativas crescem tanto na presença quanto na ausência de oxigênio livre; já as microaerófilas crescem na presença de pequenas quantidades de oxigênio livre (Pelczar et al., 1981).

2.9.2. Contagem das Bactérias

A medida do crescimento de populações bacterianas pode ser obtida, basicamente, através da medida direta e de estimação por métodos indiretos. Alguns métodos contam o número de células, outros a massa total de população, que normalmente está diretamente ligado ao número de células (Tortora et al., 1997).

A medida direta do crescimento bacteriano pode ser feita rapidamente por contagem direta num esfregaço corado, porém a grande desvantagem é a incapacidade de determinar a viabilidade das bactérias, que se manifesta através da multiplicação de células vivas. Tal objetivo é alcançado pelo processo de determinação do número de células viáveis na contagem de colônias em placas. A contagem de colônias de microrganismos parte do princípio que cada bactéria se multiplica para formar uma única colônia visível a olho nu, que a suspensão bacteriana seja homogênea e que não haja agregados de células. Porém, algumas células têm a tendência de formar agregados, como os estafilococos, e nesse caso as contagens serão inferiores ao número de células individuais, pois cada agregado formará apenas uma colônia. Da mesma forma, alguns microrganismos podem não ser capazes de crescer sob as condições utilizadas nos métodos de contagem de colônias. Assim, as contagens são uma estimativa, que não devem ser reportadas como absolutas, e por essas razões são expressas como unidades formadoras de colônias por mililitro – UFC/ml, quando o

material analisado for líquido, ou unidades formadoras de colônias por grama do produto analisado – UFC/g, quando as análises são feitas sobre materiais sólidos, respeitada a proporcionalidade de diluição estabelecida para o material amostrado.

Somente são contadas as placas que contiverem de 25 a 250 colônias (Tortora et al., 1997) ou 30 a 300 colônias (Pelczar et al., 1981; Cappuccino & Sherman, 1996), pois se o inóculo estiver muito concentrado haverá sobreposição de células e formação muito densa de colônias, impossibilitando a contagem, e também algumas células não se desenvolvem. Ou ainda, as populações bacterianas são, em geral, muito numerosas, e por isso, contadas em amostras muito pequenas. Por essa razão, sucessivas diluições são feitas, chamadas diluições seriadas, até encontrar o número que fique dentro desse espectro. Uma fração da suspensão obtida na diluição é depositada na placa de Petri e o meio nutritivo líquido quente é derramado sobre ela, havendo uma mistura, com crescimento de colônias na superfície e no interior da massa nutritiva solidificada após o esfriamento, na técnica denominada *pour plate*; ou, uma fração de suspensão é espalhada sobre a superfície do meio de cultura solidificado, onde haverá seu crescimento, na técnica *spread plate*. As colônias são então contadas a olho nu. O método do número mais provável (NMP) consiste numa técnica de estimativa estatística baseada no fato que quanto maior o número de bactérias numa amostra, maior diluição é necessária para diminuir a densidade, até que não haja mais crescimento; é útil para aquelas bactérias que não crescem em meio sólido, ou quando o crescimento em meio líquido é usado para identificação.

Alguns microrganismos crescem bem em meios relativamente pobres em nutrientes, outros têm necessidade de nutrientes específicos, como vitaminas. Com a finalidade de suprir as necessidades nutricionais de cada um são elaborados meios nutritivos que contenham os elementos exigidos. Muitos meios foram criados com o propósito de facilitar o reconhecimento, a quantificação e o isolamento de certos tipos de bactérias, em geral pela adição de substâncias químicas, com aplicações ou funções definidas. Podem ser meios enriquecidos, seletivos, diferenciais, de dosagem, para contagem, identificação ou estocagem. Nesta pesquisa são empregados meios seletivos, os quais incorporam substâncias químicas que inibem o crescimento de certos microrganismos enquanto estimulam o crescimento de outro, e meios diferenciais, que facilitam a distinção entre colônias bacterianas para as contagens em placa.

A estimativa do número de bactérias por métodos indiretos (Tortora et al., 1997) é dada (a) por turbidez, onde as bactérias crescem em meio líquido, o qual se torna turvo pelas células (tanto vivas quanto mortas), e a medida é feita pelo espectrofotômetro, que registra a partir de um milhão de células/ml; (b) pela medida da atividade metabólica de uma população, que assume que o total de certo tipo de produto metabólico é diretamente proporcional ao número de bactérias presentes; e (c) pela medida do peso seco das bactérias normalmente retiradas do meio de cultura por centrifugação.

2.9.3. Microrganismos utilizados nessa pesquisa

As evidências e discussões apresentadas, principalmente nas seções 2.8. e 2.9. e suas respectivas subseções, levaram à escolha destas três bactérias para acompanhamento na pesquisa, uma vez que representam séria ameaça ao homem, tanto no Brasil quanto em países que tradicionalmente possuem excelência nos tratamentos e pesquisas. O acompanhamento do crescimento destes organismos nos ambientes é importante para interpretação adequada das relações epidemiológicas entre patógeno-hospedeiro-ambiente.

Escherichia coli

Também denominadas coliformes, pertencem à Família *Enterobacteriaceae*, são bacilos Gram negativos, anaeróbios facultativos e não esporulados, fermentadores da lactose; são mesófilas, não suportando bem temperaturas acima de 40°C. Formam colônias lisas, circulares e convexas com bordas bem definidas, apresentando brilho metálico em meios de cultura diferenciais, como o ágar-sangue, o ágar MacConkey, o ágar Chromocult ou o ágar EMB.

Seu habitat natural é o trato intestinal do homem e animais de sangue quente, auxiliando a produção de algumas vitaminas (Pelczar et al., 1981; Logan, 1994; Jawetz et al., 1998). São amplamente disseminadas no ambiente, onde quer que haja animais; normalmente um indivíduo saudável excreta 10^{11} a 10^{12} bactérias por grama de fezes úmidas, equivalentes a aproximadamente 9% do peso total, ou 25% do peso total de fezes secas. O tempo de sobrevivência no solo é de muitos meses em condições ótimas, sendo positivamente

influenciado pela adição de lodo, composto ou efluente, ou outros produtos fecais adicionados ao solo como fertilizantes (Mattoso, 1996). Em condições normais, são inócuas ao homem, mas podem causar doenças, conforme discutido em relação às infecções hospitalares. De acordo com Leitão (1988), a dose de infecção do tipo enteropatogênico toxigênico é de 10^7 - 10^8 células no intestino delgado e do tipo invasivo de 10^6 - 10^7 células no intestino grosso. Assim como outras enterobactérias, produzem toxinas e fatores de virulência. São causadoras de infecções do trato urinário, doenças diarreicas (diarréia em lactentes, sobretudo nos países em desenvolvimento, “diarréia do viajante”, diarréia hemorrágica), meningite e sepse.

Staphylococcus aureus

Integrantes da Família *Micrococcaceae*, os *S. aureus* são cocos, isto é, células esféricas, dispostos em cachos irregulares, Gram (+), imóveis, aeróbios, não esporulados, coagulase (+), produzem pigmento dourado. São resistentes a adversidades do meio, suportando temperatura de 60°C por 60 minutos, o contato com fenol a 1% por 15 minutos, e permanecem viáveis sob refrigeração e em estado dessecado por vários meses (Pelczar et al., 1981).

Estão presentes nos seres humanos, animais e no ambiente. Apesar de fazer parte da microbiota normal do ser humano, preferindo instalar-se no nariz e algumas áreas da pele, representam um importante patógeno; quase todas as pessoas apresentam algum tipo de infecção causada por eles no decorrer da vida. A gravidade varia de leve, como uma infecção cutânea ou intoxicação alimentar de pouca importância, a muito grave, levando ao óbito em muitos casos (Jawetz et al., 1998). Nas infecções alimentares por *S. aureus*, Leitão (1988) e Bryan (1995) colocam o isolamento de 10^5 UFC/g de comida epidemiologicamente implicada.

Produzem toxinas que contribuem para sua patogenicidade, uma das causas mais comuns de envenenamento alimentar. É uma espécie endêmica em quase todos os hospitais, causa freqüente de infecção de sítio cirúrgico, de difícil tratamento, geralmente resistente a antibióticos, com cepas altamente resistentes aos antibióticos de última geração; sua adaptabilidade a novas drogas é muito rápida, podendo ser de alguns meses (Tortora et al., 1997). Têm uma grande carga de virulência para superar as defesas do hospedeiro e causar infecções agudas, desde abscesso localizados até infecções generalizadas, com risco de vida ao paciente; causa também toxemias agudas, como envenenamento por alimento contaminado

(que mesmo cozido preserva as toxinas pré-formadas), síndrome do choque tóxico e síndrome da pele escaldada (descamação da pele em lactentes, por infecção respiratória alta) (Logan, 1994). Apesar de poder ser transmitido pelo ar, carregado pelas escamas da pele, sua maior via de disseminação é o contato.

Pseudomonas aeruginosa

Bastonetes Gram (-), não esporuladas, não fermentativas e aeróbias, pertencentes à Família *Pseudomonadaceae*; produzem pigmento azul-esverdeado. Distribuem-se amplamente na natureza como organismo livre, principalmente na água, e geralmente são encontradas em ambientes úmidos de hospitais, e inclusive em líquidos de limpeza, sabonetes e medicamentos já foram isoladas células viáveis. Pequenos números são encontrados na microbiota intestinal e pele de humanos (Jawetz et al., 1998). Têm necessidades nutricionais mínimas e toleram variações ambientais; crescem bem a 37-42°C. São muito resistentes a antibióticos e conseguem, com frequência, escapar dos mecanismos de defesa do hospedeiro, por possuírem, em sua estrutura, o envelope gelatinoso (glicocálice). Provocam doenças em indivíduos com defesas orgânicas anormais, principalmente queimados, podendo resultar em bacteremias severas e muito freqüentemente, em óbito.

O QUADRO 8 apresenta um resumo dos aspectos relevantes das três bactérias de interesse para esse estudo.

QUADRO 8: CARACTERÍSTICAS DAS BACTÉRIAS SELECIONADAS

	Características	Habitat	Importância	Problemas para o homem
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Bastonetes Gram-negativos, aeróbios, possuem flagelo polar; produzem pigmentação azul-esverdeada	Solo, água, animais	Médica, industrial e ambiental; resistência a antibióticos	Infecções do trato urinário, de queimaduras e lesões, abscessos, furúnculos, septicemias, e meningite
<i>Escherichia coli</i>	Bacilos Gram-negativa, anaeróbios facultativos	Solo, plantas, trato intestinal de animais	Médica, industrial e ambiental; indicador de contaminação fecal	Infecções do trato urinário, pulmões, meningite, abscessos, sepse; algumas cepas causam diarreia
<i>Staphylococcus aureus</i>	Cocos Gram-positivos; produz muitas enzimas e pigmento amarelo	Solo, e membranas mucosas de animais	Médica e ambiental; desenvolve rapidamente resistência a antibióticos	Infecção de feridas cirúrgicas, furúnculos, síndrome do choque tóxico, envenenamento alimentar

Fonte: Pelczar et al. (1981), Tortora et al. (1997), Jawetz et al. (1998)

Essas três bactérias foram escolhidas para o estudo aprofundado de seu comportamento nos resíduos. Para tal, foi produzido um *resíduo tipo*, com características semelhantes às dos resíduos hospitalares infectantes, o qual foi inoculado com as mesmas, tendo seu processo de crescimento mantido sob condições laboratoriais. O próximo capítulo explica a metodologia para a obtenção desse resíduo através da *composição gravimétrica*, como também, os processos da *avaliação microbiológica*.

3. METODOLOGIA

Conforme as definições apresentadas na seção 2.2., os RSS compreendem os resíduos em geral produzidos em locais de assistência a humanos e animais, incluindo os hospitais, as clínicas médicas, odontológicas e veterinárias, farmácias, laboratórios de análise e pesquisa, bancos de sangue, instituições de ensino e pesquisa na área médica (humana ou animal), enfim, onde existem materiais biológicos, além de produtos químicos perigosos, materiais perfuro-cortantes, ou ainda materiais radioativos. Além de ser provenientes de diferentes tipos de instalações, contemplam materiais diversos, como plásticos, papel, papelão, chapas de raio-X, materiais de látex e metal, algodões, entre outros, muitos dos quais passíveis de valorização.

Para esta pesquisa foram considerados os Resíduos Hospitalares Infectantes (RHI), ou seja, os resíduos sólidos efetiva ou potencialmente infectantes em função da presença de materiais biológicos, produzidos exclusivamente em hospitais, segregados na fonte e embalados em sacos brancos leitosos, conforme exigido pela resolução 05/93 do CONAMA, ou caixas de papelão pardo, determinados para acondicionamento dos mesmos resíduos pela Secretaria de Estado de Saúde de Santa Catarina através da Portaria número 1154/SES – 22.12.97, desenvolvida para fins de incineração, ambos com a identificação própria (*substância infectante* e símbolo universal pertinente, contido na NBR7500/1994). Portanto, foram considerados os resíduos com presença confirmada ou presumida de sangue e dos demais líquidos corporais, os quais representam importante meio de cultura para o desenvolvimento de microrganismos.

Na bibliografia consultada, não foi encontrada uma metodologia que atendesse aos objetivos propostos em relação à caracterização e composição dos RHI. Em geral, os poucos trabalhos encontrados sobre o assunto utilizam os métodos usuais de amostragem para proceder a caracterização dos resíduos, quais sejam de quarteamento e trituração. Estas técnicas são de difícil execução por envolver um material que representa perigo real de manipulação por conter bactérias patogênicas e muitas vezes altamente resistentes aos tratamentos antibióticos, como também pela possibilidade de conter algum material perfuro-

cortante inadvertida ou acidentalmente lá depositado. Além disso, o quarteamento pode desconsiderar itens importantes, devido ao tamanho e forma de algumas peças; a trituração demanda equipamento próprio, devido às características do material avaliado, além de dificultar ou impossibilitar a posterior identificação de cada material, como por exemplo látex de luvas e plástico filme, pois o conteúdo estará picado, misturado e sujo, além de destruir muitas células bacterianas pelo processo de impacto mecânico. Da mesma forma, não foi encontrado protocolo para análises microbiológicas aplicadas a RHI na literatura consultada.

Outro fator de fundamental importância foi a intenção de criar metodologias que garantissem a possibilidade de reprodução dos experimentos, com controle ambiental durante os experimentos, e a aplicabilidade dos resultados em hospital de características semelhantes. Dessa forma, optou-se por buscar alternativas que resultassem em certa precisão quanto ao tipo e número de materiais e embalagens contidos nos RHI, e que representassem um risco menor de manuseio.

Foi então que se optou por realizar a pesquisa em duas fases. Na primeira, foi estabelecida a composição gravimétrica dos RHI com o objetivo de elaboração de um *resíduo tipo* a ser utilizado como referência no estudo, com uma metodologia criada nessa pesquisa para esse fim. Foi feito um estudo de classificação, quantificação e pesagem de cada item dos materiais contidos nos acondicionadores para que se pudesse chegar à composição gravimétrica dos resíduos. O conteúdo de cada saco foi avaliado e classificado. A partir da proporção de cada material contido nos sacos, foi elaborado um *resíduo tipo* usando os mesmos constituintes. Posteriormente, na segunda fase, este *resíduo tipo* elaborado no laboratório foi submetido à inoculação das bactérias anteriormente descritas, e mantido sob temperatura de 25°C, simulando a temperatura média ambiente; o acompanhamento de sua evolução deu-se por um período de 16 dias, com o uso de metodologia adaptada de técnicas de análises de alimentos.

A metodologia utilizada na pesquisa buscou coletar e ordenar os dados existentes e dispersos nas diversas fontes e relacioná-los com os dados obtidos em estudo de campo, para que sua caracterização se desse em termos quantitativos e qualitativos.

A composição gravimétrica foi feita com base nos resíduos gerados no Hospital Governador Celso Ramos (HGCR) de Florianópolis, por ser um estabelecimento de médio

porte que presta atendimento em várias especialidades à população, ter taxa de ocupação em torno de 100% e, possuir um plano de gestão de resíduos que inclui segregação na fonte e coleta externa diária. Decisivo também foi o interesse manifestado pela instituição em participar da pesquisa, colocando as instalações e pessoal necessários à nossa disposição e contribuindo com o fornecimento de EPI e outros materiais, visando a constante melhoria de processos e atualização de serviços.

Os experimentos microbiológicos foram desenvolvidos no Laboratório Central de Saúde Pública de Santa Catarina (LACEN/SC) que, da mesma forma que o HGCR, deu total apoio à pesquisa, adaptando metodologia especialmente para esse fim.

3.1. Composição Gravimétrica dos Resíduos Hospitalares Infectantes (RHI)

O levantamento da composição gravimétrica busca o conhecimento detalhado dos materiais contidos nos resíduos em relação à massa total. Ou, conforme Andrade (1997), “o termo composição física ou gravimétrica refere-se à presença de cada componente (papel, plásticos, matéria orgânica, etc.), expressa em porcentagem, em relação ao peso total do lixo”.

O estudo da composição gravimétrica ocorreu no HGCR e no Laboratório de Resíduos Sólidos LARESO da UFSC, cujos momentos foram fotografados (Anexo 5). No final de 1998 foram feitos os primeiros contatos. Os estudos iniciaram na segunda quinzena de fevereiro de 1999, em 2 de março foi formalizado o acordo de cooperação científica entre o HGCR e o LARESO através do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental (Anexo 6), e a etapa de análise de conteúdo dos sacos aconteceu entre 6 de abril e 24 de maio do mesmo ano. Envolveu a administração, os enfermeiros responsáveis pelas unidades e os funcionários, a Comissão de Controle de Infecções Hospitalares (CCIH), farmácia, almoxarifado e a chefia e funcionários do setor de higiene e limpeza. Teve como sua base a observação e estudo dos

locais, levantamento de dados gerais, acompanhamento de procedimentos junto aos pacientes, conversas com o pessoal dos diversos setores e atividades, pesagem dos sacos com resíduos, descrição e discriminação dos materiais (resíduos) contidos nos sacos. A pesagem dos mesmos materiais discriminados nas análises dos sacos (porém, novos), a determinação de parâmetros físicos e análise da listagem de materiais do almoxarifado e farmácia, e a preparação do *resíduo tipo*, ocorreram no LARESO.

3.1.1. Levantamento de dados gerais

Esta etapa visou o levantamento de dados gerais sobre o HGCR de interesse para a pesquisa. Foram levantadas a distribuição das unidades de internação, diagnóstico e tratamento, atendimentos em geral, unidades geradoras de resíduos, número de leitos, de refeições servidas, de atendimentos prestados e taxa de ocupação, tipo de tratamento e serviços prestados, e a inter-relação entre esses dados.

A seguir são apresentadas algumas das questões iniciais formuladas na etapa de levantamento de dados gerais:

Nome: Hospital Governador Celso Ramos

Endereço: Rua Irmã Bemwarda s/n - Centro - Florianópolis, SC

Tipo de Estabelecimento: Público

Atendimento: geral

Número de leitos: 194 – porte médio

Taxa de ocupação: 100%

Número de internações: 504/mês

Número de refeições p/ pacientes: 32.937/mês

Áreas de maior índice de IH: UTI e Neurotraumatologia/Ortopedia

Possui plano de gestão de resíduos?: Sim

Tempo: 5 anos

O serviço de higiene e limpeza é próprio?: Não, é terceirizado

Possui responsável pela gestão dos resíduos?: Sim, é funcionário do quadro do hospital

Qual é o seu grau de formação?: Primeiro grau incompleto

Equipamentos de proteção utilizados: luvas, botas e avental

Resíduos produzidos diariamente: limpos, infectados, perfurocortantes e orgânicos

Há segregação?: Sim

Existe pré-tratamento?: Não

Há sala de armazenamento por unidade?: Sim

Tempo armazenamento?: 3-7 horas

O abrigo de resíduos está de acordo com a NBR 12809?: Sim

Frequência de coleta externa: Diária

Quem é responsável pela coleta?: Caixas amarelas de perfuro-cortantes e pardas pela SES para incineração; infectantes em sacos brancos e caixas acima de 11,4l. pela FORMACO; comum pela COMCAP

Tratamento final dos resíduos: A critério da empresa coletora (FORMACO, SES e COMCAP).

3.1.2. Localização e Definição das Fontes Geradoras

A localização e definição das unidades geradoras de resíduos concentrou-se em áreas críticas sob o ponto de vista clínico, que envolvem pacientes com baixa resistência imunológica, operados, portadores de grandes lesões e muitos em estado crítico, além de serem unidades importantes do ponto de vista da produção de resíduos, pois apresentam possivelmente uma maior contribuição na geração de resíduos em termos quantitativos e um maior risco para a saúde dos profissionais da saúde envolvidos.

Através dos estudos e observações feitos no hospital, análise de documentação referente a infecções e discussões com a CCIH, foi definido que, embora havendo vários setores que se enquadrem nas características acima, a pesquisa ficaria restrita a algumas dessas áreas críticas, representadas por cinco setores, ou unidades hospitalares: Unidade de Tratamento Intensivo (UTI), Neurotraumatologia/Ortopedia (NEURO), Centro Cirúrgico (CC), Emergência (EMERG) e Internação Cirúrgica do 2º andar (IC), cuja breve descrição é apresentada a seguir:

UTI: é onde recebem tratamento os pacientes que, devido ao seu estado, necessitam de cuidados intensivos nas 24 horas do dia; dispõe de 14 leitos, sala para guarda de resíduos, sala de utilidades (limpeza de materiais) e posto de enfermagem;

NEURO: local onde ficam internados os pacientes que sofreram traumatismos neuro-ortopédicos, como por exemplo os acidentados de trânsito; possui 25 leitos, a sala de preparo de medicações, sala para curativos, sala para guarda de materiais limpos, sala para guarda de resíduos, sala de utilidades (limpeza de materiais) e posto de enfermagem; na época da pesquisa havia um paciente em isolamento em quarto privativo por complicações decorrentes de acidente, em importante quadro de infecção multirresistente a antibióticos;

CC: local onde são executadas as cirurgias, composto por 7 salas de cirurgia e 1 sala de recuperação pós-anestésica, além de vestiário para a equipe, sala de prescrição, sala para guarda de materiais limpos e sala para guarda de resíduos, e recepção;

EMERG: unidade hospitalar em que dão entrada os mais diversos tipos de pacientes, desde vítimas de acidentes, até pessoas que sofreram mal súbito ou portadores de sintomas

diversos; possui uma sala com três macas para prestar o primeiro atendimento a parada cardiorrespiratória e a politraumatizados, sala para suturas e curativos, sala para injeções, sala de gesso, 15 leitos para pessoas em observação, sala da chefia de enfermagem, posto de enfermagem, sala para preparação de medicações, sala para guarda de materiais limpos, sala para guarda de resíduos e 3 consultórios;

IC: nesta unidade, são prestados os cuidados pré e pós-operatórios aos pacientes, até sua alta hospitalar; possui 46 leitos, 1 sala para preparação de medicações, 1 para fazer curativos, sala para guarda de materiais limpos, sala para guarda de resíduos, sala de utilidades (limpeza de materiais) e posto de enfermagem.

Uma vez localizadas e definidas as fontes geradoras de resíduos, foram definidos os resíduos que passariam pelo estudo de suas características.

3.1.3. Definição dos Resíduos Pesquisados

Como mencionado anteriormente, os resíduos hospitalares considerados nesta pesquisa são aqueles resultantes de cuidados administrados diretamente a pacientes com infecção já diagnosticada, e os resíduos de risco, isto é, aqueles que possuem algum tipo de líquido, excreção ou secreção corporal, ou eventualmente tecidos, por muitos autores chamados de conteúdo biológico, tais como os oriundos de cirurgias limpas, e dos atendimentos do setor de emergência, em que não se sabe da existência ou não de doença infecto-contagiosa ou infecção, por exemplo. Portanto, as observações foram feitas sobre o material acondicionado em saco branco leitoso pertencente ao “Grupo A: resíduos que apresentam risco potencial à saúde pública e ao meio ambiente devido à presença de agentes biológicos” de acordo com o Anexo I (Classificação de Resíduos Sólidos) da Resolução CONAMA 05/93, ou “Classe I – Perigoso” conforme a NBR10004/87 da Classificação de Resíduos Sólidos, ou “Classe A – Resíduos Infectantes” conforme a NBR12808/93 da Classificação de Resíduos de Serviços de Saúde. Nesse Estado, os mesmos são também acondicionados em caixa especial de papelão pardo, por determinação da Secretaria de Estado de Saúde através da Portaria 1154/SES – 22.12.97, desenvolvida para fins de incineração.

3.1.4. Materiais e Métodos

Os materiais utilizados para a composição gravimétrica incluem equipamentos de proteção individual (EPI), e materiais diversos, a saber: luvas de látex, pinças longas, óculos, máscara, avental longo e de mangas longas, calça comprida de tecido grosso, sapato fechado, sacos plásticos para transferência do material, mesa, balanças eletrônicas de precisão, calorímetro, réguas e materiais de escritório.

As luvas e a máscara eram trocadas a cada 2 (duas) horas, por precaução, ou antes se ocorresse rompimento ou respingo de conteúdo. As operações de pesagem e detalhamento do conteúdo dos sacos ocorreu pela manhã e à tarde, em dias não consecutivos, devido à variação que foi constatada de um saco para outro, e também por problemas internos do hospital, os quais ocasionaram falhas na rotina de recolhimento dos resíduos. A análise, discriminação e contagem dos itens constituintes dos sacos ocorreu em local arejado, em área externa contígua ao hospital, pois a câmara de fluxo laminar do hospital encontra-se na farmácia, e é utilizada para a preparação e fracionamento de quimioterápicos. São necessárias sempre duas pessoas, uma para as anotações e a outra, a transferência de cada item de um saco para o outro.

As etapas para composição gravimétrica foram:

1. escolha do local para estudo. Refere-se às unidades hospitalares onde foram feitas as observações;
2. escolha dos procedimentos médicos e de enfermagem a serem observados junto ao paciente, por exemplo, troca de curativos. A preferência foi dada aos procedimentos que resultassem em resíduos contendo líquidos corpóreos, compressas de gaze, líquidos anti-sépticos, medicamentos de uso, esparadrapo, bolsas de coleta ou de líquidos de infusão etc.;
3. acompanhamento de procedimentos e identificação dos materiais utilizados. Esta etapa tem como objetivo a observação dos materiais utilizados no procedimento, tanto sólidos quanto líquidos. As observações foram feitas junto aos funcionários no momento da prestação da assistência. Os materiais utilizados variam em função do tipo de lesão, da patologia envolvida, do tratamento empregado e dos resultados

almejados, compondo-se basicamente de gaze, adesivos, ataduras, soro fisiológico, usado para limpeza de lesões em geral (salvo exceções), em alguns casos o PVP-I (Polivinilpirrolidona-Iodo), pomada em poucos casos; os líquidos utilizados são discutidos mais adiante;

4. recolhimento dos recipientes contendo resíduos dos cuidados diretos com pacientes. Os sacos brancos e as caixas de papelão pardo eram identificados quanto a sua origem (setor) e recolhidos da sala de resíduos, ou do abrigo de resíduos, utilizando carro coberto exclusivo para este fim;
5. pesagem dos sacos e detalhamento do seu conteúdo através da discriminação e contagem. Avaliação de 06 sacos de cada unidade produtora, perfazendo um total de 30 acondicionadores;
6. análise da listagem de materiais proveniente do almoxarifado, relacionando com o material observado nos sacos;
7. pesagem de cada item que compõe os resíduos. Posteriormente à análise dos sacos e das listagens do almoxarifado, foi feita a pesagem dos itens antes de seu uso; as embalagens (caixas, sacos plásticos etc.) e seu conteúdo (luvas, equipos e tubos de soro, compressas de gaze, cateteres etc.) foram pesados individualmente;
8. resumo do material, aglutinando os produtos assemelhados para classificação;
9. determinação das frações que compõem o resíduo.

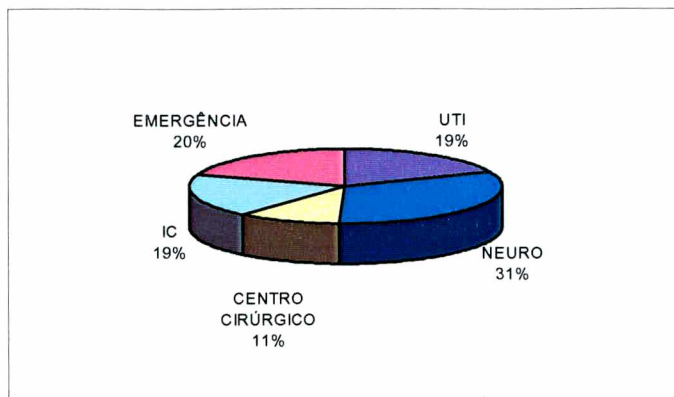
3.1.5. Resultados

O levantamento dos materiais observados e quantificados originou uma listagem completa de tudo o que foi encontrado nos sacos (Anexo 7). Como o objetivo era analisar os resíduos resultantes dos cuidados com os pacientes, a embalagem externa, ou seja, o contendor, não foi computado, e seu peso foi subtraído do total.

Observou-se que há uma diversidade de materiais utilizados nas diversas unidades, porém, basicamente os mesmos materiais são utilizados nos locais pesquisados, variando as quantidades. Os resíduos são compostos de materiais descartáveis, como sondas, luvas, curativos, e de embalagens de vários tipos. A quantidade de medicamentos observada na forma de sobras em seringas ou frascos é mínima e eventual, devido, segundo informações da CCIH, ao planejamento do tratamento e prescrição de medicamentos serem feitos a cada paciente individualmente, e preparados pouco antes de serem administrados; da mesma forma, o uso de pomadas em curativos é evitado.

A massa total dos 30 sacos analisados foi de 68,9kg. Na FIGURA 3 observa-se que a maior porcentagem em massa foi registrada na NEURO, devendo-se ao fator de ali existirem portadores de grandes lesões, muitas vezes com grande drenagem de líquidos e secreções, pois são pacientes vítimas de acidentes ou algum traumatismo, com enfaixamento e muitas vezes gesso. Segundo informações da CCIH, nessa unidade o índice de infecções é elevado; durante a pesquisa, havia um paciente em isolamento estrito, resultando em grande volume de resíduos, pois tudo que sai desse tipo de isolamento é considerado RHI. Os resíduos provenientes do Centro Cirúrgico, ao contrário do que se poderia supor, continham pouca quantidade de sangue e representaram a menor porcentagem em massa, quando comparados aos dos outros locais. Isto se deve ao fato de que, durante um procedimento cirúrgico, são utilizados campos, compressas e outros itens de tecido de algodão não descartáveis, os quais vão para a lavanderia; o sangue perdido pelo paciente é aspirado em frascos graduados para que se possa calcular a reposição de sangue e líquidos a ser efetuada no paciente. Os tecidos e peças anatômicas retiradas não são destinados para os resíduos, mas sim enviados para exame anátomo-patológico ou para sepultamento.

FIGURA 3 - PRODUÇÃO SETORIAL DE RESÍDUOS (%MASSA), EM RELAÇÃO AOS 30 SACOS ANALISADOS



Os demais apresentam produção semelhante em massa. A emergência justifica sua produção devido ao elevado número de atendimentos, recebendo desde pacientes com dores difusas até politraumatizados por acidentes, havendo alta movimentação nesse setor. A UTI trata de pacientes em condições críticas de saúde, muitos dependentes de aparelhos, acidentados e com grandes curativos. A IC possui grande número de leitos, com pacientes em pré e pós operatório.

Os componentes líquidos e o modo como foram assumidas as proporções de cada tipo são discutidos mais adiante.

Os diversos componentes sólidos presentes nos materiais amostrados, e que foram utilizados como padrão na composição do *resíduo tipo*, foram agrupados por semelhança segundo o principal componente de que são produzidos, mostrados na TABELA 4. O número total de cada artigo é o número médio de itens obtido pela contabilização dos seis sacos de cada setor, num total de 30 sacos, compondo a média entre todos os setores, que multiplicada pela massa unitária, resulta na massa média seca total em gramas de cada um.

As embalagens de produtos eram compostas, principalmente, de plástico, papel e metal, podendo ser constituída por apenas um desses, ou por dois ou os três elementos, em invólucros individualizados ou camadas superpostas.

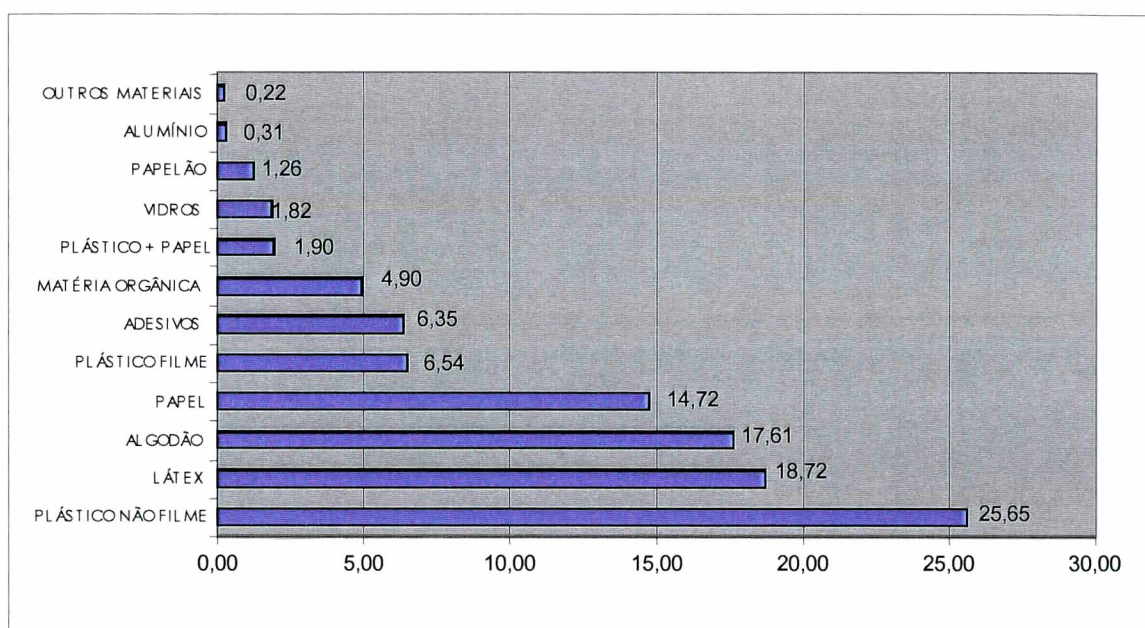
TABELA 4 - MASSA MÉDIA SECA DE CADA COMPONENTE SÓLIDO ENCONTRADO NOS 30 SACOS ANALISADOS

<i>Materiais</i>	<i>Massa (g)</i>	<i>Porcentagem (%)</i>
Plástico Não Filme	464,04	25,65
Látex	338,70	18,72
Algodão	318,62	17,61
Papel	266,36	14,72
Plástico Filme	118,32	6,54
Adesivos	114,87	6,35
Matéria Orgânica	88,67	4,90
Plástico + Papel	34,34	1,90
Vidros	32,89	1,82
Papelão	22,82	1,26
Alumínio	5,57	0,31
Outros Materiais	4,02	0,22
Total	1809,22	100,00

A FIGURA 4 apresenta a porcentagem de componentes sólidos encontrados nos trinta sacos analisados, relacionada com a tabela acima. Note-se a presença de itens tradicionalmente indicados à reciclagem; porém, como esses estavam acondicionados em saco branco leitoso e misturados ao seu conteúdo, são todos considerados infecciosos, não podendo sofrer qualquer tipo de valorização. A maior quantidade registrada foi de plásticos não filme, principalmente representados por seringas de preparação de medicamentos, frascos e equipos de soro. Em segundo lugar ficou o grupo de látex, composto em maior quantidade por luvas, drenos e mangueiras de aspiração. O algodão reúne compressas de algodão, gaze de curativos e limpeza de feridas, chumaços feitos de algodão e gaze, fraldas descartáveis, ataduras, algodão ortopédico, usado sob o gesso, máscaras descartáveis e pequeno número de aventais descartáveis das unidades de isolamento. A seguir encontra-se uma grande quantidade de papel, em se considerando o grupo de resíduos em questão, contendo principalmente papel de pacotes esterilizados de suprimentos e papel de origem burocrática; quanto ao papel higiênico, somente o do isolamento estava acondicionado como RHI. O plástico filme é proveniente de sacos usados principalmente no acondicionamento individual de frascos de soro, e algumas marcas de luvas esterilizadas, embaladas aos pares. Os adesivos mais comuns foram a fita crepe, usada no fechamento de pacotes esterilizados, e esparadrapo e micropore usados em curativos. A matéria orgânica presente nesses sacos tinha uma fração de restos de comida sólidos e liquidificados e fezes. Cabe ressaltar que os restos alimentares de pacientes são 100% considerados RHI de acordo com a legislação em vigor, sendo acondicionados nos sacos brancos leitosos específicos para RI na copa, não havendo mistura com os demais RHI,

e dali enviados para a sala de resíduos; este tipo de resíduo encontrado nos sacos era proveniente do isolamento da NEURO. Em plástico + papel estão as embalagens produzidas com uma folha de papel e uma de plástico, representado pequena fração de peso, devido ao baixo peso unitário, mas com um grande número de peças. Os vidros, papelão e alumínio são encontrados em pequena quantidade, estando presentes acidentalmente ou por provirem do isolamento, ou ainda por terem sido contaminados no momento da abertura da embalagem. Em “outros” foram reunidos materiais que compareceram em pequenas quantidades, como espátulas de madeira (usadas para exames), embalagem de camadas sobrepostas de plástico+papel+metal, e lã de aço (usada para limpeza do ambiente).

FIGURA 4 - PORCENTAGEM DE CADA COMPONENTE SÓLIDO ENCONTRADO NOS 30 SACOS ANALISADOS



Os líquidos estavam dentro dos sacos agregados aos sólidos ou isolados em frascos ou bolsas, e entraram no cômputo geral de massa. A quantidade de líquidos expressa na TABELA 5 é apenas aquela encontrada em contenedores graduados.

TABELA 5 - MÉDIA DE CADA COMPONENTE LÍQUIDO ENCONTRADO NOS 30 SACOS ANALISADOS

LÍQUIDOS	EMERG	UTI	NEURO	IC	CC MEDIA(ml)	
Soro fisiológico - ml	428,33	0	141,67	66,67	83,33	144,00
Urina - ml	0	8,33	251,67	0	0	52,00
Sangue - ml	8,33	3,33	8,33	36,67	25	16,33

A forma de disposição dos líquidos presentes nos resíduos, em muitos casos, não possibilitava uma identificação e medição precisas, por estarem misturados aos demais elementos, ou mesmo acumulados no fundo do saco. Assim, levantou-se aqueles de utilização mais freqüente nos cuidados prestados aos pacientes, destacando-se o Soro Fisiológico para a limpeza dos curativos e infusões venosas; o PVP-I (Polivinilpirrolidona-Iodo) Aquoso indicado para a limpeza de feridas quando o processo de infecção já se encontra instalado (embora muitos profissionais o indiquem como profilaxia em feridas limpas), PVP-I Degermante e Alcoólico indicados para uso em pele íntegra com a finalidade de remover sujidades, reduzir a flora transitória e fazer a luva química (por exemplo, na área cirúrgica e mãos do cirurgião), têm sua atividade antimicrobiana rapidamente neutralizada na presença de matéria orgânica como sangue (Rutala, 1995); a Clorexidina é um detergente de uso mais restrito à UTI. Além desses compostos iodados facilmente identificados pelo odor e coloração, havia presença de sangue em compressas, equipos e curativos, urina em bolsas coletoras ou juntamente com fezes líquidas em fraldas descartáveis, pequenas quantidades de soro glicosado ou fisiológico em frascos devidamente identificados, poucos frascos graduados contendo comida liquidificada para alimentação através de sonda, e eventualmente seringas contendo líquido incolor, presumivelmente medicamento. Cabe ressaltar que o uso de pomadas antibióticas é muito restrito, pois normalmente o paciente que está hospitalizado recebe este tipo de fármaco via oral ou injetável devido à própria condição deste, sendo os produtos resultantes do seu metabolismo eliminados, principalmente, através das vias normais de excreção.

O conhecimento do teor de umidade é fundamental, pois o crescimento das bactérias está condicionado à presença de água, como acontece com os demais seres vivos; em meios líquidos e úmidos há maior proliferação de microrganismos. É importante também por influir no peso e, conseqüentemente, nos custos do gerenciamento; tem implicações diretas sobre a operação de incineradores e, indiretamente, no custo da disposição final.

Para fins de composição do *resíduo tipo*, foi adotada a taxa de umidade de 30% encontrada em bibliografias que efetivamente procuravam estabelecer esse tipo de teor (Gauszer, 1996; Ferreira, 1997; Andrade, 1997).

3.1.6. Composição do *Resíduo Tipo*

Estipulou-se a quantidade de 100(cem) gramas para a massa total de cada frasco-amostra, sendo 70(setenta) gramas de sólidos e 30(trinta) gramas de líquidos.

A taxa da umidade global adotada para fins de composição do resíduo tipo foi a encontrada em literatura, de 30%, como mencionado anteriormente. Como um facilitador, assumiu-se que os 30g correspondem a 30ml, uma vez que as densidades dos líquidos são semelhantes. Os líquidos incorporados são basicamente os mesmos encontrados nos sacos de resíduos, quais sejam, soro fisiológico, sangue, urina e PVP – I. A distribuição dos diversos componentes líquidos apresentada na TABELA 6 foi baseada em informações médicas e de enfermagem e consumo de material, conforme discussão anterior. Quanto aos exsudatos (produto líquido ou semi-sólido que transpassa os tecidos, com grande quantidade de proteínas, leucócitos, pus, água etc.), esses não foram introduzidos na composição do resíduo tipo pela impossibilidade de avaliação da quantidade, composição exata e, até mesmo, obtenção do produto, pois são produzidos em consequência da ação das defesas do indivíduo em resposta à ação traumática; porém, subentende-se que estão considerados na taxa de umidade empregada.

TABELA 6 - FRAÇÃO LÍQUIDA DO
RESÍDUO TIPO

<i>Material</i>	<i>Quantidade (ml)</i>
Soro Fisiológico	15,00
Urina	5,00
Sangue	5,00
PVP-I	5,00
Total	30,00

A composição dos elementos sólidos deste resíduo está definida nas mesmas proporções encontradas na composição gravimétrica, evidenciada na TABELA 4. Como a matéria orgânica encontrada na forma de sobras de comida provém de apartamento de isolamento, o qual é uma prática transitória e aplicável a situações de exceção, esta foi desconsiderada na preparação do resíduo tipo, tendo sido a tabela de componentes sólidos normalizada para a correlação com a massa de 70g a ser produzida, originando a TABELA 7.

TABELA 7 - MASSA SECA DE CADA COMPONENTE SÓLIDO

<i>Material</i>	<i>% Normalizada</i>	<i>Massa (g)</i>
Algodão	18,52	12,96
Látex	19,69	13,78
Plástico não filme	26,97	18,88
Plástico filme	6,88	4,81
Papel	15,48	10,84
Vidros	1,91	1,34
Papelão	1,33	0,93
Alumínio	0,32	0,23
Adesivos	6,68	4,67
Outros materiais	0,23	0,16
Plástico+papel	2,00	1,40
Total	100	70,00

Foram selecionados um ou dois representantes de cada grupo de materiais, os quais foram fracionados mecânica e/ou manualmente em peças de 1 a 2cm², com exceção de vidro e plástico não filme, utilizados na forma de pérolas de 1 a 2mm de diâmetro. A TABELA 8 apresenta os componentes sólidos do *resíduo tipo*. O papel utilizado foi do tipo ofício com escritas e papel cartão (papelão), o látex foi proveniente de luvas cirúrgicas e de procedimentos, e o alumínio de papel alumínio. A massa correspondente ao item plástico + papel foi dividida entre plástico filme e papel; a massa de plástico + papel metalizado do item outros foi dividida entre plástico filme, papel e alumínio, e o item outros foi dividido entre madeira, na forma de palitos de dente, e lã de aço.

TABELA 8 - COMPOSIÇÃO DA FRAÇÃO SÓLIDA DO *RESÍDUO TIPO*

<i>Material</i>	<i>Quantidade (g)</i>
Algodão	
Gaze	6,48
Algodão hidrófilo	6,48
Látex - luvas	13,78
Plástico	
Não filme - pérolas	18,88
Filme	5,51
Papel	
Ofício	11,54
Cartão	0,93
Vidro - pérolas	1,34
Adesivos	
Esparadrapo comum	2,34
Fita crepe	2,34
Alumínio - papel alumínio	0,23
Outros	
Lã de aço	0,08
Madeira - palitos	0,08
Total	70,00

Os componentes sólidos identificados e agrupados segundo o tipo de material, e que serviram de base para a montagem do resíduo tipo, foram caracterizados segundo os seguintes parâmetros físicos: poder calorífico, massa específica e massa específica aparente.

O poder calorífico é a quantidade de calor, ou energia, liberada por unidade de massa dos resíduos nas reações de combustão. O conhecimento do seu valor é fundamental no dimensionamento de unidades de tratamento térmico para resíduos, pois fornece base para cálculo do combustível a ser adicionado, do ar para resfriamento pós queima, como também, da energia gerada para fins de aproveitamento. Como pode ser observado, o poder calorífico maior é o gerado por plásticos e látex, os quais correspondem às maiores taxas de geração nos resíduos pesquisados.

O conhecimento da massa específica, aparente e absoluta, é importante para avaliar a massa total em relação ao volume ocupado pelos resíduos a serem manejados. Pode indicar qual o melhor tipo de acondicionador, e a espessura ideal do saco, por exemplo, pois conforme indicado abaixo, o vidro tem elevada massa específica, representando elevada massa por determinado volume, e o plástico filme apresenta baixa massa para o mesmo volume. É um dado muito importante para o cálculo de dimensionamento dos veículos coletores, pois esses resíduos não devem ser compactados para manter a integridade dos sacos

até o destino final. Da mesma forma, auxilia na decisão para efeitos de pagamento às empresas coletoras, pois algumas cobram por peso, e outras por número de sacos coletados.

A caracterização dos parâmetros físicos foi feita em 3 repetições (Anexo 8), que serviram de base para uma média, mostrada na TABELA 9, a qual foi utilizada como resultado final.

TABELA 9 - PARÂMETROS FÍSICOS DOS COMPONENTES DO *RESÍDUO TIPO*

<i>Materiais</i>	<i>MEA (g/l) *</i>	<i>ME (g/l) **</i>	<i>PC (J/g) ***</i>
Algodão	27,565	459,42	3877,89
Gaze	83,09	1384,91	3896,29
Fita crepe	55,87	558,54	7064,88
Alumínio - papel	80,00	499,90	Não permitida
Plástico ã filme- pérolas	544,86	825,56	11123,37
Papel	121,95	554,31	2942,39
Luvax - látex	109,80	540,01	10221,76
Plástico filme	10,63	53,19	10199,06
Vidro - pérolas	1516,32	2527,21	-
Esparadrapo	151,01	755,08	6514,15

* massa específica aparente

** massa específica

*** poder calorífico

É importante reafirmar que a utilização de um *resíduo tipo* contendo os mesmos constituintes dos RHI apresenta vantagens em relação à técnica tradicional de análise de resíduos. Entre as quais, permite um conhecimento aprofundado dos diversos componentes dos RHI, orientando a otimização da segregação, acondicionamento e destino final, a reprodutibilidade dos experimentos, com controle ambiental, e a aplicabilidade dos resultados em qualquer hospital de características semelhantes.

Na próxima seção será apresentada a metodologia que foi adaptada para o conhecimento da evolução do crescimento microbiológico nos resíduos hospitalares infectantes.

3.2. Avaliação Microbiológica

A partir do momento em que se definiu o *resíduo tipo* inicia a segunda fase, a da avaliação microbiológica, que constitui o objetivo principal da dissertação. Toda essa fase ocorreu no Laboratório Central de Saúde Pública de Santa Catarina (LACEN/SC) que, da mesma forma que o HGCR, deu total apoio à pesquisa, desenvolvendo metodologia especialmente para esse fim, e cedendo espaço e pessoal habilitado para que os experimentos fossem realizados. Os principais momentos foram registrados em fotografias (Anexo 9).

Essa fase busca fazer a análise experimental da evolução temporal do crescimento bacteriano em RHI, verificando o período de viabilidade de certos microrganismos indicadores de contaminação. Através da avaliação do crescimento bacteriano, pretende-se conhecer o real potencial de contaminação de resíduos e estabelecer índices de contaminação para os mesmos. Essas respostas dão subsídios para a definição de processos de tratamento e disposição final, e verificação da necessidade, ou não, de pré-tratamento, para disposição em aterro sanitário.

A descrição da metodologia empregada que é a seguir apresentada foi a mesma para cada uma das quatro repetições efetuadas.

O *resíduo tipo* foi reconstituído no laboratório, esterilizado, submetido à inoculação das bactérias selecionadas, e mantido sob temperatura de 25°C, simulando a temperatura média ambiente; o acompanhamento de sua evolução deu-se em 12 tomadas de amostra, por um período de 16 dias em cada repetição, com o uso de metodologia adaptada de técnicas de análises de alimentos, num total de quatro repetições seqüenciais.

Para a realização dessa fase foi firmado um convênio de cooperação científica entre o LACEN e o LARESO através do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Os contatos iniciaram em Maio de 1999, e em agosto foi formalizado o acordo (Anexo 10). Foram feitos estudos e testes preliminares, que levaram ao estabelecimento da metodologia mais adequada aos objetivos propostos. Os experimentos propriamente ditos, com montagem dos recipientes, inoculação, e contagem nos tempos pré-estabelecidos, ocorreram entre 18 de

setembro de 1999, quando foi montada a primeira repetição, e 13 de dezembro de 1999, quando foi feita a última contagem. Após essa data, foram feitos os devidos cálculos para emissão do laudo pelo laboratório (Anexo 11).

3.2.1. Materiais e Métodos

O experimento ocorreu em quatro repetições. Em cada repetição foram montadas duas baterias de resíduos, uma experimental e uma para controle negativo, usando como acondicionadores balões volumétricos de boca larga com capacidade para 2000ml. A bateria experimental continha 12 balões, que receberam resíduo e inóculo, e a de controle negativo, a qual não recebeu inóculo, mais 12, num total de 24 balões. Os materiais utilizados para esta etapa podem ser assim listados:

- *resíduo tipo* previamente estabelecido, tendo em sua parte sólida algodão, gaze, papel, vidro, plásticos, metais, madeira e látex, e na líquida soro fisiológico, sangue comercial desfibrinado, urina e PVP-I.
- materiais diversos de laboratório, como vidrarias, balões volumétricos de vários tamanhos, pipetas, tubos, frascos, alças bacteriológicas, pinças e outros;
- meios de cultura não seletivos ágar sangue, BHI (Brain - Heart Infusion), meio de identificação presuntivo do Instituto Adolfo Lutz (IAL), e ágar Mueller-Hinton e soluções diversas;
- meios de cultura seletivos: Chromocult Agar para *E. coli*; BP (Baird-Parker) Agar para *S. aureus*; e Cetrimide Agar para *P. aeruginosa*;
- cepas padrão liofilizadas do American Type Culture Collections (ATCC): *E. coli* ATCC 25922, *P. aeruginosa* ATCC 27853 e *S. aureus* ATCC 25923;
- equipamentos: autoclave, forno de esterilização, estufa incubadora para B. O. D. (Biochemical Oxygen Demand), estufa bacteriológica, microscópio, contador de colônias, Bicos de Bunsen, agitador orbital e agitador vortex.

As etapas da avaliação microbiológica foram assim esquematizadas:

1. escolha dos microrganismos e determinação da concentração a ser utilizada;
2. estabelecimento dos momentos de tomada de amostra;
3. testes de esterilidade do *resíduo tipo*;
4. testes com as cepas de referência;
5. padronização das soluções-inóculo;
6. preparação das soluções- inóculo;
7. preenchimento dos recipientes;
8. adição da fração líquida e inoculação no *resíduo tipo*;
9. incubação;
10. contagem de colônias;
11. controle de qualidade.

3.2.1.1. Microrganismos utilizados e determinação da concentração

Os microrganismos escolhidos para a inoculação nas baterias experimentais são aqueles definidos e discutidos em 2.9.3., segundo as razões apresentadas. Para os experimentos, foram usadas as cepas padrão liofilizadas: *E. coli* ATCC 25922, *P. aeruginosa* ATCC 27853 e *S. aureus* ATCC 25923. Lembra-se que as baterias de controle negativo não receberam solução-inóculo.

As concentrações para o inóculo de cada bactéria foram definidas de acordo com os valores encontrados na literatura em relação a população microbiana normal no homem, infecções, saneamento e microbiologia do solo, anteriormente abordados, ficando estipuladas na ordem de 10^7 - 10^8 UFC/ml.

3.2.1.2. Estabelecimento dos momentos de análise

Foram estabelecidas 12 tomadas de amostra, na seguinte cronologia:

- Análise 01: 6 horas após inoculação: corresponde ao tempo necessário para o preenchimento do saco e transporte até a sala de resíduos (coleta interna I);
- Análise 02: 12 horas após inoculação: representa o tempo médio de permanência dos sacos na sala de resíduos;
- Análise 03 - 24 horas após inoculação: tempo máximo de estocagem no abrigo de resíduos aguardando pela coleta externa, de acordo com a NBR 12810 (Brasil, 1993b), sem necessidade de refrigeração;
- Análise 04: 48 horas (2 dias) após inoculação;
- Análise 05: 72 horas (3 dias) após inoculação;
- Análise 06: 96 horas (4 dias) após inoculação;
- Análise 07: 120 horas (5 dias) após inoculação;
- Análise 08: 144 horas (6 dias) após inoculação;
- Análise 09: 168 horas (7 dias) após inoculação;
- Análise 10: 192 horas (8 dias) após inoculação;
- Análise 11: 240 horas (9 dias) após inoculação;
- Análise 12: 384 horas (16 dias) após inoculação.

A partir de 24 horas, supõe-se que os resíduos tenham sido recolhidos, e as situações restringem-se ao que ocorre dentro dos sacos que foram fechados no primeiro dia, não devendo mais ser abertos para evitar vazamentos, derramamento e conseqüente exposição do seu conteúdo, de acordo com a NBR 12809, até o tratamento ou destino final, que pode ser um aterro sanitário, por exemplo.

A análise 12 foi prevista para ser feita em 10 dias após a inoculação; porém, com o início das análises, constatou-se que ainda havia muitas bactérias viáveis na análise 11 (9 dias após a inoculação). Com essa constatação decidiu-se postergar a última análise para 16 dias após a inoculação.

Com o intuito de não interferência nas condições ambientais dos experimentos, somente os balões a ser analisados (um experimental e um controle negativo) eram retirados da estufa incubadora para B. O. D., sendo todo o conteúdo analisado, e após, encaminhado para autoclavação e desprezado.

3.2.1.3. Testes de esterilidade do *resíduo tipo*

Os materiais sólidos, por serem de composição bastante heterogênea, sofreram alguns testes para definição da melhor técnica de esterilização a ser empregada. O melhor resultado foi obtido em autoclave a 121°C por 15 minutos.

Os componentes da fração líquida não sofreram esterilização para não haver alteração de suas propriedades. Porém, mesmo admitindo-se que os componentes urina e sangue eram estéreis, foi feita uma avaliação microbiológica em meio não seletivo – ágar sangue e Mueller-Hinton – para comprovação de esterilidade, pois os mesmos foram adicionados à fração sólida após a esterilização desta. Como os testes com o sangue de carneiro detectaram contaminação microbiológica, a opção foi utilizar sangue comercial desfibrinado, para que não houvesse interferência no sistema. O soro fisiológico e o PVP-I vêm estéreis de fábrica.

3.2.1.4. Testes com as cepas de referência

A solução inóculo para cada uma das três bactérias foi obtida de cepas liofilizadas (bactérias desidratadas) reidratadas e semeadas em placas a fim de possibilitar a obtenção de colônias isoladas, observar suas características morfológicas, e detectar possíveis contaminações. Este procedimento foi realizado para obtenção da solução-inóculo, sendo uma para cada bactéria, sempre objetivando-se conseguir uma concentração na ordem de 10^7 - 10^8 UFC/ml. Por esse motivo é feita a contagem no momento das inoculações, pois não é possível afirmar a concentração exata inoculada, embora aplicando as técnicas com rigor em relação às

variáveis pertinentes, quais sejam, escolha da cepa, tempo e temperatura de incubação, tipo e concentração do meio, materiais e equipamentos esterilizados, entre outras.

As cepas liofilizadas foram reidratadas com 0,5ml de água destilada estéril, e em seguida semeadas em meio ágar sangue (placas previamente secas). Após a semeadura, as placas foram incubadas em estufa bacteriológica por 24 horas a 35°-37°C. Transcorrido este período, constatou-se ausência de contaminação.

3.2.1.5. Padronização das soluções-inóculo

A padronização das soluções – inóculo foi obtida experimentalmente, tendo sido testados alguns tempos de incubação de 1ml de cada espécie bacteriana, com o objetivo de alcançar a concentração de 10^7 - 10^8 UFC/ml de células viáveis.

Dessa maneira, chegou-se a tempos de incubação diferentes, de acordo com a bactéria em questão. Verificou-se que 1ml de solução de BHI mantida a 35°-37°C, após 18h de incubação para *S. aureus* e 22h para *P. aeruginosa* e *E. coli*, continham a concentração de células necessária para obtenção da concentração desejada para inoculação.

3.2.1.6. Preparação das soluções-inóculo

Com o auxílio de alças bacteriológicas previamente esterilizadas foi transferida, de cada placa contendo as cepas de cada bactéria separadamente, uma colônia para um tubo contendo 20ml de caldo BHI, e após os tubos foram incubados à 35°-37°C. O período de incubação variou de acordo com a bactéria e foi conforme o obtido na padronização do inóculo.

3.2.1.7. Preenchimento dos recipientes

Para a realização das análises de acompanhamento do crescimento bacteriano no *resíduo tipo*, cada balão de fundo chato, com capacidade para 2000ml, foi preenchido com 70g da fração sólida, num total de vinte e quatro (24) balões: doze (12) foram inoculados com as bactérias (experimental) e 12 não, servindo como controle negativo.

Antes da adição da fração líquida e do inóculo, cada balão preenchido foi esterilizado em autoclave a 121°C durante 15 minutos por duas vezes.

Durante a preparação e montagem dos resíduos foram tomados os devidos cuidados quanto a possíveis contaminações pelo uso de técnicas assépticas, com a utilização de vidrarias e outros materiais esterilizados, desinfecção da mesa de trabalho e colocação de Bicos de Bunsen.

3.2.1.8. Adição da fração líquida e inoculação

Os componentes líquidos soro, PVP-I, sangue, urina foram adicionados um a um diretamente à fração sólida previamente esterilizada em cada balão, nessa ordem, nas quantidades de 15ml de soro fisiológico, e 5ml de cada um dos demais. A fim de não alterar a taxa de umidade estabelecida em 30%, foram diminuídos 3ml do soro fisiológico adicionado aos balões experimentais, dando lugar aos 3ml de solução- inóculo. Após a adição dos líquidos, 1ml de solução cultivo de cada cepa (inóculo), totalizando 3ml, foi adicionada em cada balão. Tal procedimento não foi aplicado aos 12 balões de controle negativo, pois os mesmos não receberam solução- inóculo.

Não foi adicionado aos balões nenhum tipo de nutriente ou fator de crescimento bacteriano, além dos materiais listados no *resíduo tipo*.

Cada balão foi fechado com rolha de algodão, agitado manualmente, rapidamente, para promover a mistura entre as frações sólida, líquida e o inóculo. Durante a adição da fração líquida, foram tomados os cuidados necessários para que não houvesse contaminação do resíduo pelos microrganismos do ambiente; todos os procedimentos foram realizados utilizando-se materiais previamente esterilizados, trabalhando sempre próximo aos Bicos de Bunsen.

3.2.1.9. Incubação

Os recipientes devidamente preenchidos foram colocados ao mesmo tempo em estufa incubadora para B. O. D. à temperatura de 25°C e lá mantidos até cada momento de análise.

3.2.1.10. Contagem de colônias

Os meios e condições ideais para a determinação da contagem de colônias podem variar de um material para outro. Entretanto, uma vez que um procedimento é determinado para um dado tipo de material, esse será utilizado para as demais análises microbiológicas. Qualquer variação nos procedimentos pode alterar os resultados obtidos nas contagens.

Como foi discutido na parte referente à contagem das bactérias, as contagens são expressas em unidades formadoras de colônias por grama (UFC/g) de resíduo.

O método de contagem permite inferir o número de células presente no material analisado através da relação entre o número de colônias obtido e o número de unidades formadoras de colônias. Essas UFC podem ser tanto células individuais como agrupamentos (pares, tétrades, cachos, cadeias etc.) característicos de certos microrganismos. Nas contagens de colônias de microrganismos, parte-se do pressuposto que cada célula, ou agrupamento, na amostra formará uma colônia visível, separada, quando misturada a algum meio que permita seu crescimento. Entretanto, alguns organismos podem não ter a capacidade de crescimento esperada sob as condições empregadas e não ser visíveis a olho nu em métodos de contagem de colônias. Assim as contagens são uma estimativa, e não deveriam ser referidas como absolutas.

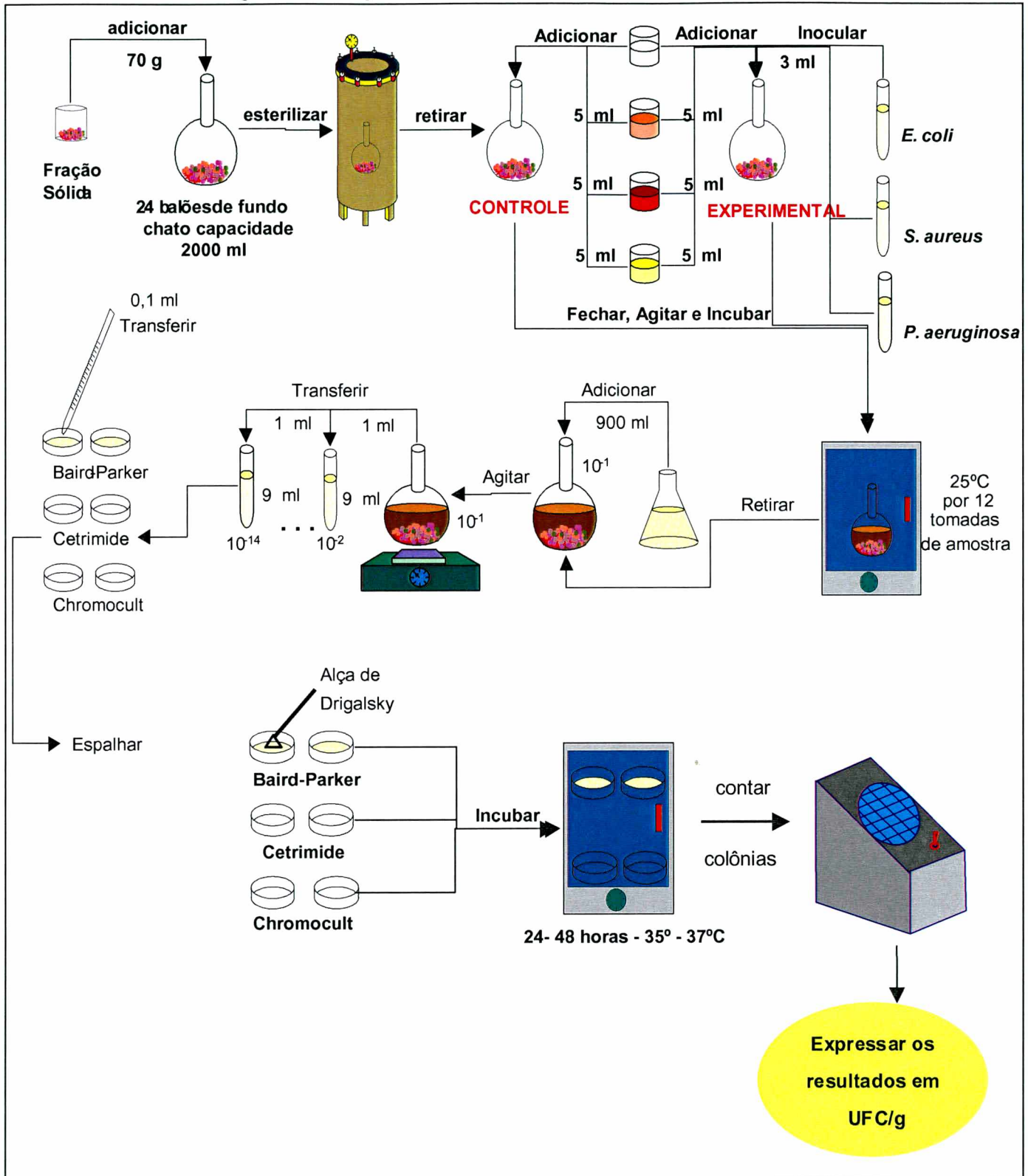
Nos experimentos realizados, optou-se por empregar o método *spread plate*, que consiste no plaqueamento por distribuição na superfície, adaptado do *Compendium of methods for the microbiological examination of foods* (APHA, 1992). Este permite melhor visualização das colônias a serem contadas, pois dificilmente ocorre sobreposição das mesmas, e evita-se a possibilidade de danificação de células pela adição do meio aquecido. Além disso, possibilita o cômputo das células viáveis, as quais se reproduzem para formar as colônias.

Em cada momento de análise foram retirados da estufa 1 balão experimental e 1 controle negativo. A cada balão adicionaram-se 900ml de solução salina peptonada bacteriológica a 0,1%, sendo o mesmo submetido à agitação no agitador orbital durante 5 minutos para homogeneizar a solução; 1ml desta solução foi transferido para um tubo contendo 9 ml de solução salina peptonada a 0,1% obtendo-se uma diluição de 10^{-2} . Em seguida este tubo foi

agitado em “vortex” por aproximadamente 20 segundos. Repetiram-se estes procedimentos de diluição e agitação até se obter uma suspensão com diluição de 10^{-14} .

De cada uma das diluições, com auxílio de uma pipeta de 0,5ml previamente esterilizada, foi transferida uma alíquota de 0,1ml para as placas com os meios seletivos, pois como já se sabe quais as bactérias existentes, e o que se deseja é justamente contá-las, serão empregados meios específicos para cada uma: Chromocult Agar para *E. coli*; BP Agar para *S. aureus* e Cetrimide Agar para *P. aeruginosa*. Com a alça de Drigalsky, espalhou-se cuidadosamente a alíquota sobre o meio solidificado até a sua completa absorção. A transferência das alíquotas, bem como o seu espalhamento, ocorreu sempre da maior para a menor diluição. Todas as placas, já inoculadas, foram mantidas em estufa bacteriológica a 35°-37°C durante 24 horas. Após este período, escolheu-se as placas que apresentassem contagem entre 30 e 300 colônias para fazer as inferências sobre a concentração de bactérias. Uma representação esquemática do procedimento de inoculação das bactérias e das diluições sucessivas pode ser vista na FIGURA 5.

FIGURA 5 - ESQUEMATIZAÇÃO DAS ETAPAS DO EXPERIMENTO MICROBIOLÓGICO



3.2.1.11. Controle de qualidade

O controle de qualidade da metodologia foi feito pela confirmação das bactérias através de exame bacterioscópico das colônias isoladas das placas de contagem. Esse exame consiste na retirada de uma colônia com uma agulha com ponta níquel-cromo, com posterior realização de esfregaço em uma gota de solução salina estéril e coloração de Gram. Além desses procedimentos, para *S. aureus* foi feito, ainda, o teste da coagulase em tubo. Este teste consiste na transferência de uma colônia típica para um tubo contendo 2ml de BHI, deixando em estufa por 24h a 35°-37°C; desta solução incubada, retira-se 0,1ml e transfere-se para 0,3ml de coágulo-plasma reidratado; após a transferência, mistura-se com movimentos de rotação, sem agitar o tubo. Esta mistura fica incubada por 6h a 35°-37°C; o resultado positivo caracteriza-se pelo surgimento de grandes coágulos organizados. Em paralelo, realizou-se o mesmo procedimento com uma cepa padrão coagulase-positiva.

Para *E. coli* e *P. aeruginosa*, as colônias foram identificadas em meio presuntivo diferencial do Instituto Adolfo Lutz (IAL) e, em seguida, feita confirmação bioquímica.

Também foi realizada, para cada balão, uma análise em meio não seletivo - ágar sangue e Mueller-Hinton - para verificar se havia contaminação por outras espécies de bactérias.

3.2.1.12. Repetições

As 4 repetições (Anexo 11) foram realizadas em seqüência, e não simultaneamente, devido às dificuldades físicas e técnicas, pois envolveria a ampliação do espaço físico, contratação de pessoal e multiplicação de materiais e equipamentos, tornando-se inviável. A repetição 2, por apresentar problemas em alguns momentos de análise, foi descartada por decisão da equipe de análises LACEN / LARESO.

Os dados colhidos ao longo da pesquisa receberam tratamento de modo a que se produzissem informações mensuráveis e confiáveis. A fim de que se efetivasse a caracterização e o estudo comparativo, foram desenvolvidos parâmetros que serviram de norteadores na elaboração das conclusões a respeito do potencial de risco de contaminação dos RHI, como por exemplo:

Comportamento dos microorganismos ao longo dos espaços de tempo determinados: A amostragem possibilitou observar como os microorganismos comportam-se ao longo do tempo, em que circunstâncias há um maior ou menor desenvolvimento de colônias, quais os mais e os menos resistentes, e como os fatores temperatura e tempo influem na estocagem.

Tempo de vida dos principais agentes infecciosos: Estudos já foram feitos e é de domínio o tempo de vida dos agentes infecciosos. Porém, estes dados são gerais, aplicados em situações também gerais. Especificamente em relação aos resíduos hospitalares infecciosos, o que se observou foi o longo tempo (16 dias) em que os microorganismos estudados permaneceram viáveis, nas condições experimentais anteriormente citadas.

Os organismos patogênicos sobrevivem e se reproduzem de acordo com algumas condições essenciais, como o meio onde estão inseridos e as condições que esse meio oferece, por exemplo. A análise dessas variáveis sob condições laboratoriais, associando os resultados obtidos experimentalmente com aqueles das diversas fontes consultadas, levou a conclusões sobre o potencial de risco dos RSS e as possibilidades de contaminação por eles oferecidas.

No próximo capítulo, são apresentados os resultados obtidos com as discussões pertinentes.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das contagens bacterianas (Anexo 11) mostram as quatro séries do experimento agrupadas por tipo de bactéria, sendo o “Momento de Análise 00” o registro dos tamanhos de concentrado de inóculo. Das quatro repetições, ou séries, a II foi desconsiderada por apresentar problemas em alguns momentos das análises, passando a três a chamar-se II e a quatro, III. Assim, os resultados e discussões concentram-se na evolução de crescimento que cada espécie apresentou nas 03 séries computadas, as quais foram plotadas nos diversos gráficos abaixo relacionados, e após, na comparação entre séries, com o agrupamento das três bactérias.

Não foi possível extrair a média dos resultados, uma vez que as repetições ocorreram em seqüência, e não simultaneamente, devido a problemas técnico- operacionais (3.2.1.11.). Mesmo tendo sido seguida a mesma metodologia e tendo sido feita a padronização do inóculo de cada espécie bacteriana, houve variação nas concentrações iniciais. Esta variação ocorreu porque cada solução- inóculo foi proveniente de colônias diferentes, preparadas em momentos diversos, portanto, originadas de indivíduos com características genéticas diferentes (Madigan et al., 1996).

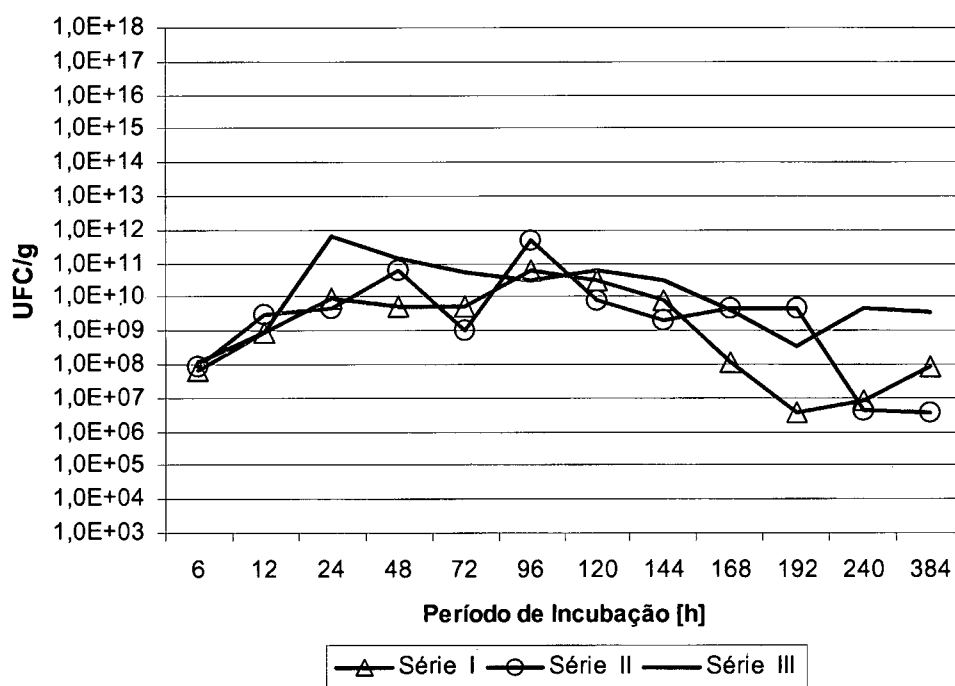
A constatação do crescimento reflete um aumento do número de células, em relação ao que estava presente no inóculo original. Portanto, a determinação do crescimento requer a medida quantitativa da população inicial (Pelczar et al., 1981) e as subsequentes, para fins de comparação. Essa é a razão da medida no primeiro momento. Assume-se como primeira tomada de amostra o “Momento 01”, 6 horas após a inoculação, pois, conforme reportado anteriormente, esse é o tempo médio de enchimento e fechamento dos sacos de resíduos nas unidades e sua remoção pela “Coleta Interna I” (2.7.3.). Assim, os experimentos refletem a dinâmica ocorrida dentro dos sacos, após seu fechamento.

As baterias de resíduo que formaram o controle negativo, analisadas nos mesmos instantes e com a mesma técnica utilizada para os resíduos experimentais, não apresentaram, em nenhum balão, crescimento de microrganismos.

a) *Escherichia coli*

Conforme observa-se na FIGURA 6, durante as três séries de experimentação a espécie teve evolução semelhante, seguindo um padrão de crescimento semelhante à curva evolutiva básica (2.9.1.), exceto por não ter sido registrada a fase LAG, ou de demora. Aqui, inicia o ciclo em fase LOG, com crescimento exponencial, seguido de estabilidade relativa, e decaimento subsequente. As séries I e II alcançaram seu pico de crescimento em 96h, e a III, em 24h. Nos três picos os valores não apresentaram grande discrepância, havendo certa regularidade no processo.

FIGURA 6 - CRESCIMENTO DE *Escherichia coli* OBTIDO NAS SÉRIES DE EXPERIMENTAÇÃO



Observa-se que em 6 horas a concentração das séries I II e III alcançava valores próximos, com comportamento igual, demonstrado por forte crescimento até 24h. Provavelmente tal fato ocorreu devido a características inerentes à espécie, como baixa exigência em termos nutricionais e gasosos.

Nas três séries verifica-se um crescimento global mais acentuado entre o período de 6 a 120h; porém, as concentrações finais (C_i) de I e II foram parecidas, e a de III, mais elevada.

Considerando a C_o em cada série, observa-se que somente as bactérias da série II não tiveram crescimento real. Nas séries I e III houve crescimento real, apesar das flutuações intermediárias apresentadas.

A série I cresceu sempre até atingir o ápice em 96h, caindo até 192h, quando atingiu o menor valor, e recuperando-se em seguida e voltando a crescer até 384h.

A série II, embora tenha experimentado um decaimento em 72h, alcançou seu maior valor de crescimento no momento 06, 96 horas após a inoculação, começando a decrescer lentamente até 144 horas, e mais acentuadamente até 240h, mantendo-se praticamente igual por mais 5 dias, até o final da série.

A série III alcançou o maior valor em 24h; mais uma vez, a explicação pode estar na afirmação de Madigan et al. (1996), das células da solução- inóculo serem provenientes de células- mãe diferentes, logo, com características genéticas diferentes. Após foi decrescendo, até 192h, a exemplo da I, crescendo novamente até 240h e tendo ligeira queda até o final.

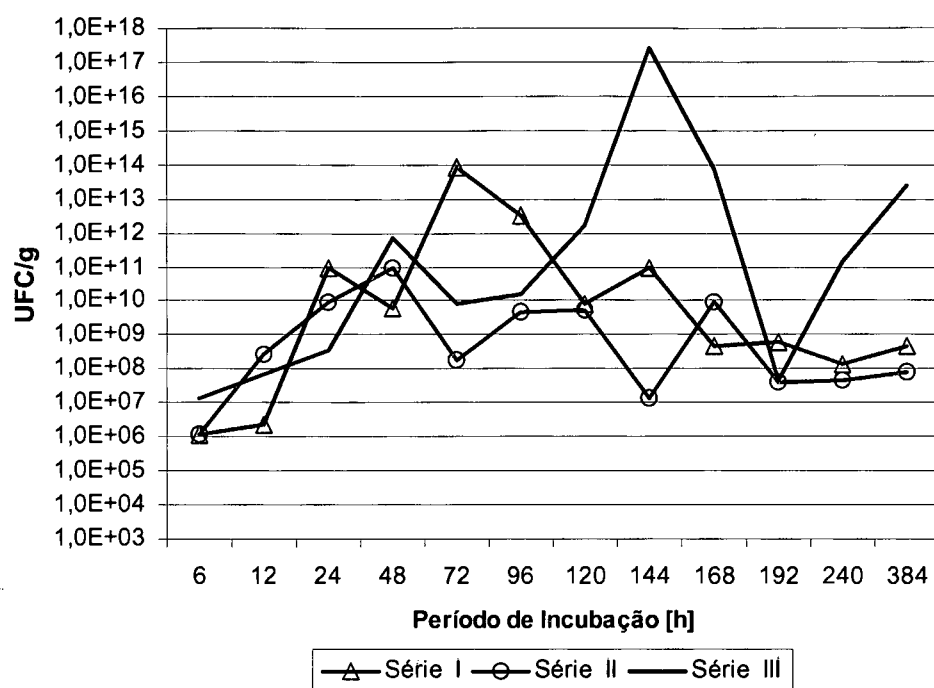
b) *Pseudomonas aeruginosa*

Pela observação da evolução geral do crescimento de *P. aeruginosa* na FIGURA 7, seu comportamento distoou da curva padrão de crescimento anteriormente referenciada. Esse comportamento reflete sua condição de espécie que apresenta como características ser organismo de vida livre, portanto, resistente a agressões do meio, e ter necessidades nutricionais mínimas, inclusive alimentando-se de produtos oriundos do metabolismo das demais espécies.

Há três picos de crescimento distintos entre 48 e 144h, em tempos diferentes, sendo que o da série I foi alcançado em 72h, o da II, menor de todos, em 48h e o da III, mais expressivo, em 144h. As três séries apresentaram crescimento real.

As C_o de *P. aeruginosa* foram semelhantes nas séries I e II, e maior na série III; essa pode ser a razão da concentração máxima alcançada nessa série chegar a um valor tão alto, embora tardiamente em relação às outras.

FIGURA 7 - CRESCIMENTO DE *Pseudomonas aeruginosa* OBTIDO NAS SÉRIES DE EXPERIMENTAÇÃO



A série I apresentou um início em crescimento lento entre 6 e 12h, seguida por crescimento acentuado até 24h, fato bastante característico pós adaptação às condições locais. Passou por momentos de queda e ascensão, atingindo relativa estabilidade entre 168-384h.

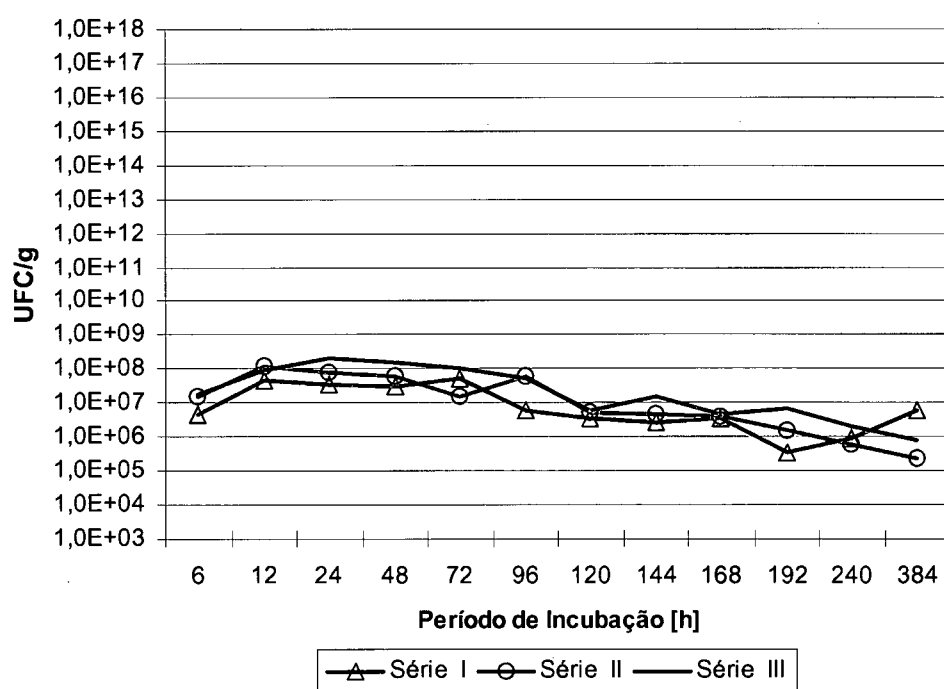
A fase II apresentou crescimento acentuado até 48h, quando teve sua maior concentração, e imediatamente começou a decrescer. Ficou estável no período 96-120h, caindo em seguida a valores próximos aos de 6h e novamente tendo crescimento, sem fase de adaptação, pois as bactérias já haviam se adaptado no decorrer do tempo. No intervalo entre 192 e 384 horas, houve uma estabilização na densidade populacional.

A série III apresentou comportamento mais diferenciado das demais. Observa-se que, houve crescimento acentuado até 144h, com um pico intermediário em 48h, seguido de decaimento acentuado, o qual aconteceu entre 144 e 192h. Observa-se que daí em diante houve retomada do crescimento, mais uma vez demonstrando comportamento diferente das demais séries, nas quais houve relativa estabilização.

c) *Staphylococcus aureus*

Dentre as três bactérias estudadas, o *Staphylococcus aureus* demonstrou evolução mais regular, como se vê na FIGURA 8, com comportamento semelhante nas séries analisadas. De maneira geral, no crescimento de *S. aureus* não se observou nenhum período diferenciado ou picos de crescimento isolados, como observado para *E. coli* e, principalmente, para *P. aeruginosa*. A série I alcançou discreto crescimento real, porém, as séries II e III, não; o número de bactérias manteve-se praticamente próximo aos valores iniciais.

FIGURA 8 - CRESCIMENTO DE *Staphylococcus aureus* OBTIDO NAS SÉRIES DE EXPERIMENTAÇÃO



A série I partiu da menor concentração, apresentou ligeiro aumento até seu pico em 72h, passando por um período de Equilíbrio entre 24-48h. A partir do pico inicia o decaimento, até 192h, quando retoma o crescimento até 384h.

Já a série II teve seu pico em 12 horas, e desde então foi decrescendo, apresentando no final a menor contagem entre as três séries.

A série III, começou praticamente com a mesma concentração da II, alcançou seu maior crescimento em 24 horas, decresceu, teve leve recuperação às 144 horas, quando voltou a cair e continuou em queda até o final.

Observa-se que, embora em tempos diferentes, os três picos atingiram valores próximos, novamente demonstrando a regularidade da espécie.

d) *Comparação entre séries*

Analisando os gráficos que comparam o crescimento das três espécies bacterianas em cada série nas FIGURAS 9, 10 e 11, observa-se que *P. aeruginosa* apresentou um crescimento intermediário superior ao das outras espécies nas séries I e III e, na série II, esse crescimento foi menor, ficando abaixo de *E. coli*. Sendo organismos de vida livre, as *P. aeruginosa* podem nutrir-se de elementos excretados pelas demais bactérias; a *E. coli*, possuindo uma ampla distribuição ambiental, e grande capacidade de sobrevivência (por exemplo, vários meses no solo), não necessita de extratos de tecidos vivos para sua manutenção, como ocorre com *S. aureus* (Jawetz *et al.*, 1998). Excetuando-se a série II, a *E. coli* teve um crescimento mediano em relação a *P. aeruginosa* e *S. aureus* nas demais séries. Por outro lado, *S. aureus* apresentou, nas três séries realizadas, o menor crescimento e maior regularidade nas concentrações; isto pode estar indicando que esses estariam sofrendo a ação das bacteriocinas. As bacteriocinas, que são substâncias produzidas por certas cepas de bactérias e ativas contra outras cepas da mesma espécie ou de espécies relacionadas, são, nesse caso, as colicinas produzidas pela *E. coli* e as piocinas, por *P. aeruginosa* (Jawetz *et al.*, 1998).

O crescimento real ocorreu nas três espécies estudadas de maneira diferente: na série I todas tiveram crescimento real, na II, apenas a *P. aeruginosa*; na série III, somente a *S. aureus* não conseguiu obter crescimento real. Observa-se na série III grande diferença no número final das espécies, a qual pode estar relacionada com a presença de um período tardio de crescimento apresentado por *P. aeruginosa*.

FIGURA 9 - CRESCIMENTO DAS ESPÉCIES BACTERIANAS INOCULADAS, NA SÉRIE I DA EXPERIMENTAÇÃO

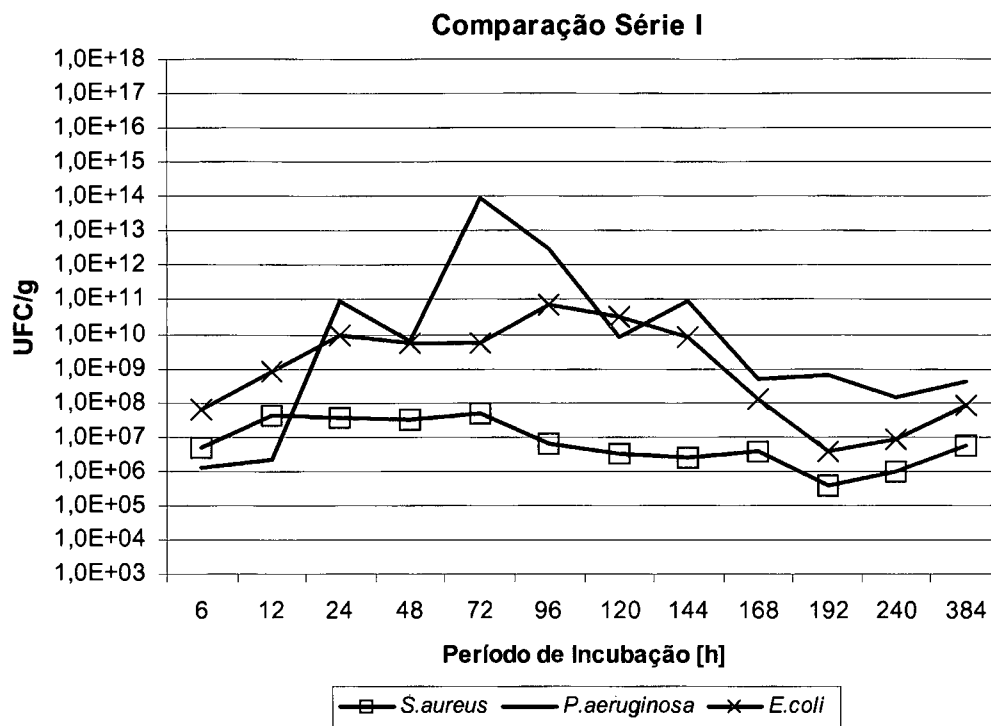


FIGURA 10 - CRESCIMENTO DAS ESPÉCIES BACTERIANAS INOCULADAS, NA SÉRIE II DA EXPERIMENTAÇÃO

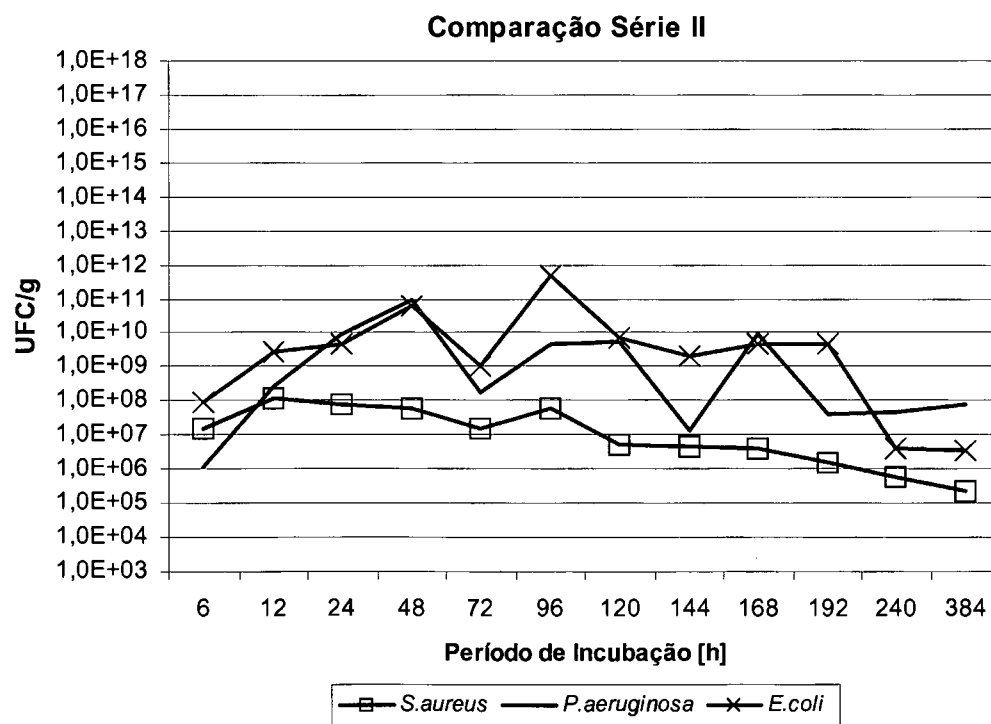
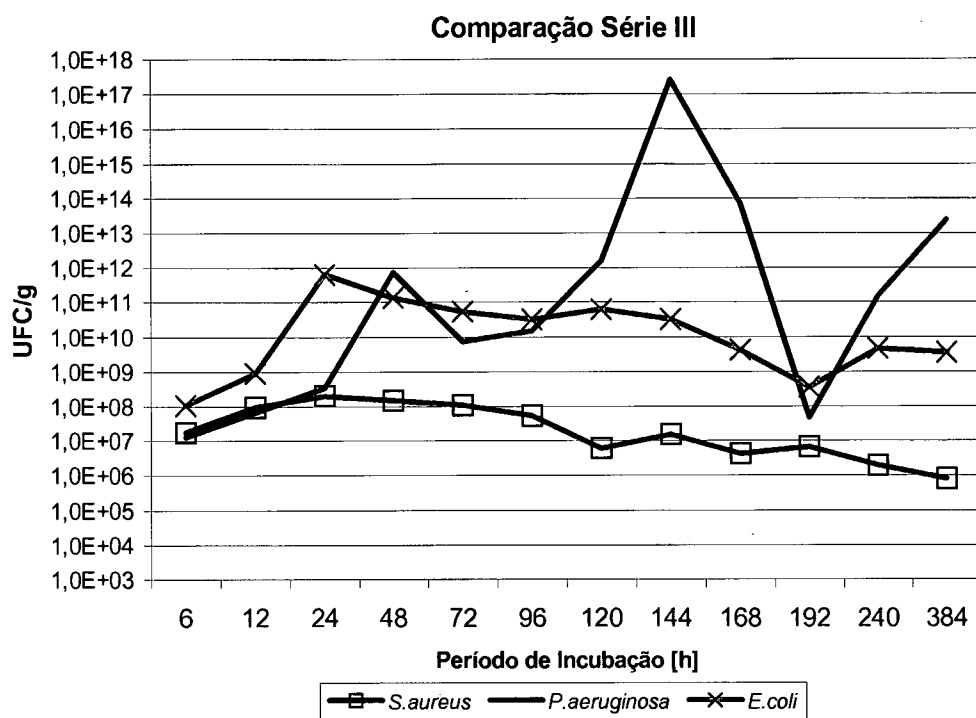


FIGURA 11 - CRESCIMENTO DAS ESPÉCIES BACTERIANAS INOCULADAS, NA SÉRIE III DA EXPERIMENTAÇÃO



Não é possível concluir se houve ou não influência de uma espécie sobre o crescimento da outra (competição interespecífica). Para tal, torna-se necessária a realização destes mesmos procedimentos metodológicos testando as espécies isoladamente. Só assim, pode-se fazer a comparação do padrão de crescimento obtido pela espécie, quando estava em cultura mista, com o padrão obtido quando estava em cultura isolada.

Há de se considerar, também, o fato de que outros microrganismos, ausentes nesta pesquisa, podem estar presentes em situação real nos sacos de resíduos, e que poderiam influenciar o crescimento destas bactérias, como, por exemplo, alguns fungos, os quais produzem antibióticos.

É importante salientar que, independentemente do modelo de crescimento apresentado pelas espécies bacterianas nas séries realizadas, todas as três espécies permaneceram viáveis durante as 384 horas de experimentação, cuja menor contagem foi $2,3 \times 10^5$ UFC/g apresentada pelo *S. aureus* e apenas na série II.

Os modelos de crescimento obtidos neste experimento nem sempre coincidem com o padrão de crescimento em curva sigmóide esperado. A razão principal é que a curva é traçada a partir de contagens sucessivas após inoculação feita em meio líquido, com células microbianas retiradas de uma cultura que previamente cresceu até sua saturação (Jawetz et al., 1998); adicionalmente, isto se deve ao fato de que as espécies estavam em condições desfavoráveis ao seu crescimento, ou seja, o meio não oferecia nutrientes continuamente, a temperatura de 25°C na qual eram mantidos os balões era mais baixa do que a ideal para seu crescimento (em torno de 37°C), e não houve retirada de metabólitos e organismos mortos do sistema, nem trocas gasosas, entre outras. A presença de PVP-I, embora com sua ação biocida diminuída em presença de matéria orgânica pela neutralização do iodo livre, também pode ter influenciado, pois (conforme comunicação pessoal com o Prof. Artur do Departamento de Microbiologia) era esperada uma contagem em torno de 10^{14} em 24h de incubação.

Os testes de controle de qualidade revelaram ausência de contaminação por outros microrganismos que não os pesquisados. Esse resultado comprova a esterilidade dos materiais e ausência de interferência microbiana, além da produzida pelas três espécies pesquisadas.

5. CONSIDERAÇÕES E RECOMENDAÇÕES

Levando-se em conta os resultados obtidos nas análises microbiológicas, pode-se fazer algumas considerações sobre o processo real que ocorre com os RHI.

Independente do modelo de crescimento que cada espécie bacteriana apresentou, verificou-se que a concentração bacteriana nunca chegou a valores zero ou próximo durante os 16 dias de experimentação. Isto indica haver uma dinâmica populacional que ocorre dentro dos sacos de recolhimento de resíduos justificando o risco para pacientes, funcionários e visitantes hospitalares e demais operações de gestão de resíduos.

Os procedimentos adotados na metodologia de avaliação microbiológica têm relação com as variáveis reais que ocorrem com o saco de lixo dentro e fora do hospital: temperatura, momento de coleta e substrato.

As temperaturas adotadas foram 37°C e 25°C. A temperatura de 37°C foi utilizada para preparar a solução inóculo das três bactérias e incubação das placas para contagem; esta é a temperatura ótima de crescimento destas bactérias, bem como, coincide com a temperatura corporal dos pacientes infectados, onde as bactérias encontram ótimas condições de crescimento. A temperatura de 25°C foi utilizada na manutenção dos balões experimentais nas estufas; é a esta temperatura que os sacos de resíduo ficam expostos durante o seu preenchimento, recolhimento, transporte interno e externo.

As tomadas de amostra ocorreram em 6, 12, 24, 48, 72, 96, 120, 144, 168, 192, 240 e 384 horas após a inoculação, totalizando 16 dias. A tomada de 6h representa o tempo de preenchimento e fechamento do saco na unidade produtora, seguida da Coleta Interna I, sendo, por essa razão, considerado o primeiro momento de análise. A tomada de 12h representa o período da Coleta Interna II. O momento 24h representa o tempo máximo, permitido à temperatura ambiente, que o saco fica no estabelecimento para coleta externa. Os outros momentos foram estipulados visando o acompanhamento da evolução de crescimento das bactérias escolhidas.

Comparando os resultados obtidos em escala laboratorial, nos momentos 6h, 12h e 24h, com o que ocorre com os sacos de resíduos nestes mesmos momentos, tem-se:

- após as primeiras 6 horas, o número de bactérias tende a aumentar, em maior ou menor velocidade conforme a espécie, razão pela qual há necessidade de garantir a continuidade do isolamento do saco ao longo do processo de gestão. Entretanto, verificam-se procedimentos errôneos por parte dos trabalhadores dos serviços de saúde, bem como dos da limpeza e transporte. E é justamente durante estas negligências, imprudências e imperícias que ocorrem os acidentes envolvendo os resíduos infecciosos;
- constatou-se que durante 16 dias ocorreram diversas alterações no número de bactérias no resíduo infeccioso, porém o valor mínimo alcançado foi $2,3 \times 10^5$ UFC/g, concentração ainda muito alta.

Porém, há de se considerar não somente o número de microrganismos encontrados, pois a simples presença de um microrganismo não é suficiente para causar uma doença (USEPA, 1986), mas a cepa a que pertencem. Rutala (1995) afirma que estudos demonstram diferenças quantitativas importantes na flora da pele de pacientes hospitalizados e adultos saudáveis não hospitalizados, assim como, taxas maiores de resistência antimicrobiana nos primeiros. Como exemplo, cita os trabalhos de Larson e Colaboradores, onde estafilococos coagulase-negativos dos pacientes eram mais resistentes do que os da população de controle a 8 entre 10 agentes antimicrobianos testados; MRSA ocorriam em apenas 2,9% dos isolados dos controles saudáveis, mas em 44,3% dos isolados de pacientes. *S. aureus* patogênico, *E. coli* e *P. aeruginosa* (esta é considerada a princípio um patógeno nosocomial) produzem grande número de substâncias extracelulares produtoras de doenças por serem muito agressivas aos tecidos humanos, as toxinas. As cepas de origem hospitalar são mais resistentes e mais virulentas que as de origem doméstica. Apesar de se acreditar que a infecção não está ligada somente à presença do patógeno, aceita-se que as cepas hospitalares, devido às características citadas anteriormente, ofereçam maior risco à saúde.

Embora alguns pesquisadores aceitem que os RHI não devam sofrer nenhum procedimento diferente do que sofrem os domiciliares, acredita-se que eles oferecem riscos à comunidade, pacientes e, principalmente, trabalhadores dos serviços de saúde e

manipuladores de resíduos, em virtude dos procedimentos gerenciais geralmente adotados. Além dos acidentes provocarem um efeito imediato muito grande sobre o moral dos trabalhadores envolvidos direta e indiretamente, podem trazer gastos adicionais com tratamentos e ausência no trabalho, ou mesmo incapacidade permanente.

Portanto, fica claro que problemas oriundos dos resíduos infecciosos não afetam somente o âmbito da saúde, mas também os econômicos, sociais e jurídicos.

Estas constatações são muito importantes, pois servem de base para planejamentos e treinamentos feitos nos ambientes de assistência à saúde. As ações devem contemplar os seguintes procedimentos:

- fechar os sacos de resíduos seguindo a técnica correta, e não abri-los após o fechamento; isto previne a exposição aos aerossóis provenientes dos resíduos contaminados e evita que os mesmos sejam espalhados;
- não depositar os materiais perfuro-cortantes dentro dos sacos, garantindo a integridade do saco;
- não adicionar restos de comida (genericamente chamados de resíduo orgânico) dentro dos sacos com resíduos de cuidados com pacientes, para não melhorar as condições ambientais para os patógenos;
- transportar internamente os sacos em containers adequados e fechados, sem pressioná-los, para que não liberem seu conteúdo;
- depositar os sacos de resíduos em ambientes seguros, tanto na coleta interna como na externa, para impedir o acesso de pessoas desautorizadas e desprotegidas ao local;
- manter os locais de depósito dos sacos bem limpos e protegidos, para não haver presença de ratos, baratas ou qualquer outro animal capaz de romper os sacos;
- prever a realização de algum processo eficiente e seguro de pré-tratamento que vise eliminar os agentes patogênicos;

- dar maior atenção, ainda, para os resíduos provenientes de laboratórios; naturalmente eles têm maior chance de estarem contaminados e merecem cuidados e processos especiais;
- fazer a coleta externa em veículos que não pressionem os resíduos coletados (sacos e caixas), para que não ofereçam perigo para os trabalhadores das demais fases do gerenciamento;
- estabelecer criteriosamente um projeto de disposição final destes resíduos, oferecendo segurança para seus funcionários e comunidade periférica;
- realizar periodicamente cursos de atualização e treinamentos com todos os agentes envolvidos no processo de geração, disposição e tratamento de resíduos, como médicos, enfermeiros, técnicos, e funcionários da limpeza, do transporte e do aterro, ou outro meio de tratamento ou disposição;
- seguir rigorosamente as precauções de segurança e higiene, pois nem sempre é possível saber qual o risco real que se está correndo, ou veiculando a outros.

Uma das maiores preocupações com relação aos RHI é a sua capacidade de transmitir infecção hospitalar. Se todas as medidas de segurança forem adotadas e seguidas, consegue-se quebrar o ciclo das infecções no elo "transmissão do agente etiológico" (Pelczar et al., 1981).

Não é pretensão deste estudo indicar a utilização de um método que resolverá todos os problemas que os resíduos infecciosos oferecem, outrossim, espera-se ajudar a esclarecer alguns pontos de vista, em relação ao aspecto microbiológico, para que as decisões tomadas, no que tange ao manuseio, transporte, coleta e destino final, sejam seguras e eficazes.

Seria importante que este experimento fosse também realizado usando cepas isoladas em hospitais, ou outro estabelecimento de saúde, testando inclusive a influência de alguns tipos de antibióticos. Além do mais, deve-se realizar estes mesmos procedimentos a 4°C, temperatura exigida pela NBR12810/93 para que os resíduos fiquem nos estabelecimentos de saúde por mais de 24 horas.

GLOSSÁRIO

Abscesso	– Um acúmulo localizado de pus;
Ágar	– Complexo polissacarídeo derivado de uma alga marinha e usado como um agente solidificante em meio de cultura;
Antibiótico	– Um agente antimicrobiano produzido naturalmente por uma bactéria ou fungo;
Antineoplásico	– Agente utilizado no tratamento de tumores;
Antissepsia	– Um método químico para desinfecção da pele, membranas mucosas, ou outros tecidos vivos;
Asséptico	– Caracterizado pela ausência de micróbios patogênicos em tecido vivo;
Autoclave	– Equipamento para esterilização a vapor sob pressão;
Bacteremia	– Condição na qual há bactérias no sangue;
Campo cirúrgico	– (= campo estéril) Panos esterilizados que cobrem o corpo do paciente, deixando apenas a área operatória exposta; protege-o dos microrganismos presentes em seu corpo;
Choque tóxico	– Condição decorrente da infecção por endotoxinas estafilocócicas em que ocorre um conjunto de sinais e sintomas característicos, podendo resultar em morte;
Contaminação	– Entrada de microrganismos indesejáveis em objeto, material ou ambiente;
Cultura	– Microrganismos que crescem em um recipiente com meio de cultura;
Desinfecção	– É um processo que elimina de objetos inanimados muitos ou todos os microrganismos patogênicos com exceção dos endosporos bacterianos;
Desinfetante	– Substância química utilizada para destruir microrganismos em superfícies inanimadas, porém demasiado tóxica para ser aplicada diretamente em tecidos;

Endêmico	– De ocorrência constante em uma comunidade;
Endocardite	– Inflamação do endocárdio (túnica mais interna do coração);
Estéril	– Ausência de qualquer forma de vida (inclusive esporos);
Escreção	– Processo pelo qual os resíduos não digeridos de alimento e os produtos de desgaste do metabolismo são eliminados;
Exsudato	– Material mais ou menos líquido encontrado em lesão ou tecido inflamado;
Fômite	– Objeto inanimado que pode espalhar infecção;
Furúculo	– Infecção piogênica (que produz pus) localizada, que se origina em um folículo piloso;
Glicocálice	– Polímero gelatinoso que envolve a célula;
Gram-negativa (bactéria)	– É aquela que perde o corante violeta cristal depois de rinsada com álcool; são então coloridas com safranina, ficando cor-de-rosa escuro;
Gram-positiva	– Bactéria que retém o corante violeta cristal depois de rinsada com álcool, permanecendo roxa;
Hospedeiro comprometido	– Um hospedeiro cuja resistência a infecções está abalada;
Hospedeiro	– Um organismo infectado por um patógeno;
Imunodeprimido	– Pessoa que tem suas defesas a doenças diminuídas;
Infecção	– Multiplicação de um agente infeccioso no organismo;
Infeccioso	– (= infectante) Capaz de produzir doença;
Inoculação	– Introdução artificial de microrganismos ou de substância química no organismo ou num meio de cultura;
Inóculo	– Meio de cultura no qual microrganismos são implantados;
Meio de cultura	– O material nutritivo preparado para o crescimento de microrganismos em laboratório;
Meio seletivo	– Um meio de cultura com a finalidade de suprimir o crescimento de microrganismos não desejados e facilitar o crescimento daqueles desejados;
Não-patogênico	– Microrganismo que não provoca doença; pode fazer parte da flora normal;
Neonatal	– Referente ao neonato, que é o recém-nascido;

Nosocômio	– Hospital;
Patogenicidade	– Capacidade de um agente infeccioso de provocar doença;
Patógeno	– Microrganismo capaz de provocar doença pela superação das defesas do hospedeiro;
Patógeno oportunista	– Agente que normalmente não provoca doença, mas pode tornar-se patogênico sob certas condições;
Peritonite	– Inflamação do peritônio (bolsa que reveste a cavidade abdominal e cobre a maior part das vísceras;
Pneumonia	– Inflamação dos pulmões;
Pus	– Acumulação de fagócitos mortos, células bacterianas mortas, e fluidos;
Secreção	– Produção por uma célula ou glândula de uma substância fisiologicamente útil e sua introdução no corpo por difusão direta ou por um ducto; o produto sólido, líquido ou gasoso, de atividade celular ou glandular, que é armazenado ou utilizado pelo organismo no qual é produzido;
Sepse	– Uma condição tóxica resultante de um crescimento e disseminação de bactérias no sangue e tecidos;
Septicemia	– Doença sistêmica causada pela propagação de microrganismos e suas toxinas através do sangue circulante;
Séptico	– Caracterizado pela presença de micróbios patogênicos em tecido vivo;
Síndrome	– Conjunto de sinais e sintomas que formam juntos o quadro de uma doença;
Sítio cirúrgico	– Compreende a área da incisão (corte) e adjacências;
Toxigenicidade	– Capacidade de um microrganismo de produzir uma toxina capaz de contribuir para o desenvolvimento da doença;
Virulência	– Capacidade quantitativa de um agente de provocar doença.

FONTES BIBLIOGRÁFICAS

BIBLIOGRAFIA REFERENCIADA

ALTHAUS, H., SAUERWALD, M. & SCHRAMMECK, E. Waste from hospital and sanatoria (resumo), Zbl. Bakt. Hyg., I. Abt. Orig. B 178, 1-29, 1983. In: **Lixo Hospitalar: risco epidemiológico ou terrorismo sanitário?** Centro de Informação sobre Resíduos Sólidos, UFF, ISER, 1992.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA) Edited by VANDERZANT, C & SPLITTSTOESSER, D. F. **Compendium of methods for the microbiological examination of food**. 3rd ed.. Washington, DC., 1992, 1219 pp.

ANDRADE, J. B. L. **Análise do fluxo e das características físicas, químicas e microbiológicas dos resíduos de serviços de saúde: proposta de metodologia para o gerenciamento em unidades hospitalares**. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos: Universidade de São Paulo, 1997, 208 pp.

ANZIVINO, L., HOURS, M. & BERGERET, A. Étude des risques biologiques des déchets de cabinets médicaux – enquête dans le département du Rhône. **Déchets – Sciences et Techniques**. N. 3, septembre 3^{eme} trimestre 1996, pp. 19-25.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Amostragem de resíduos-procedimento: NBR10007**. Rio de Janeiro, 1987a.

_____. **Coleta de resíduos de serviços de saúde- procedimento: NBR12810**. Rio de Janeiro, 1993b.

_____. **Incineração de resíduos sólidos perigosos- padrões de desempenho: NBR11175**. Rio de Janeiro, 1990c.

_____. **Manuseio de resíduos de serviços de saúde- procedimento: NBR12809.** Rio de Janeiro, 1993d.

_____. **Resíduos de serviços de saúde- classificação: NBR12808.** Rio de Janeiro, 1993e.

_____. **Resíduos de serviços de saúde- terminologia: NBR12807.** Rio de Janeiro, 1993f.

_____. **Resíduos sólidos- classificação: NBR10004.** Rio de Janeiro, 1987g.

_____. **Sacos plásticos para acondicionamento de lixo- classificação: NBR9190.** São Paulo, 1985h.

_____. **Símbolos de risco e manuseio para o transporte e armazenagem de materiais- simbologia: NBR7500.** Rio de Janeiro, 1994i.

BLANKENAU, R. Medical waste transport issues aired. **Hospitals**, [online]. V. 67. Issue 8 Chicago, Apr. 1993.

<http://proquest.umi.com/pqdweb?TS=948191...1&Fmt=3&Sid=1&Idx=1&Deli=1&RQT=309&Dtp=1>

BRASIL. Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN. **Resolução nº 3.05. Aprova a Norma Experimental: Requisitos de radioproteção e segurança para serviços de medicina nuclear.** Brasília, 1989a.

_____. _____. **Gerência de rejeitos radioativos em instalações radioativas: Resolução nº 6.05.** Brasília, 1985b.

_____. Ministério da Saúde, Coordenação de Controle de Infecções Hospitalares. **Vigilância epidemiológica por componentes NNIS (National Nosocomial Infection Surveillance System)**, Brasília, 1994c.

_____. Presidência da República. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. **Resolução nº 5.** Brasília, 1993d.

_____. Secretaria do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. **Resolução nº 6.** Brasília, 1991e.

BRYAN, F. L. Procedures to use during outbreaks of food-borne disease. In MURRAY, P. R. (ed.), BARON, E. J., PFALLER, M. A., TENOVER, F. C., YOLKEN, R. H., **Manual of Clinical Microbiology**. 6^a ed., Washington, DC.: ASM Press, 1995, p. 223.

BURKE, E. A survey of recent literature on medical waste. **Journal of Environmental Health**. [online]. V. 56. Issue 9. Denver, May 1994.

<http://proquest.umi.com/pqdweb?TS=948198...3&Sid=10&Idx=14&L=1&Deli=1&RQT=309&Dtp=1>

BUSCH, O. M. S., KOVALICZN, R. A. & SANTI, V. **Lixo Hospitalar: normas de manuseio**. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Cadernos Universitários nº 36. Ponta Grossa, 1991.

CAPPUCCINO, J. G., SHERMAN, N. **Microbiology: a laboratory manual**. Menlo Park: The Benjamin/ Cummings Publishing Company, Inc., 1996, 477 pp.

CASEY, D. G. & WEEKS, K. The operating room as a source of recycling material.

Hospital Material Management Quarterly, [online]. V. 14. Issue 3. Rockville, Feb. 1993.

<http://proquest.umi.com/pqdweb?TS=948201...&Fmt=3&Sid=1&Idx=24&Deli=1&RQT=309&Dtp=1>

COUTO, R. C. & NOGUEIRA, J. M. Critérios diagnósticos das infecções hospitalares. In:

COUTO, R. C., PEDROSA, T. M. G. & NOGUEIRA, J. M. **Infecção Hospitalar:**

epidemiologia e controle. Rio de Janeiro: MEDSI, 1997.

DENOYELLE, P. Elimination des déchets d'activités de soins – mise en place d'un point container à l'intention des professionnels de santé en exercice libéral. **TSM**. N. 9. Septembre 1995, pp. 661-662.

DOHENY, B. New standards developed for hospital waste (Health Care Quarterly). **The Business Journal**, [online]. V. 15. N. 12. July 21, 1997, p. 38.

[HTTP://web3searchbank.com/infotrac/session/466/143/21829165w3/141xm_2&bkm](http://web3searchbank.com/infotrac/session/466/143/21829165w3/141xm_2&bkm)

DUFF, L. B. The future of medical waste regulation: simplicity and consi. **Hospital Materiel Management Quarterly**, [online]. V 14. Issue 3. Rockville, Feb. 1993.

<http://proquest.umi.com/pqdweb?TS=948200...&Fmt=3&Sid=1&Idx=23&Deli=1&RQT=309&Dtp=1>

FASSINA, L. T. C. V. S. & TEIXEIRA, E. N. Gastric surgical ward solid wastes minimization potential. S/l, s/d.

FERREIRA, J. A. **Lixo hospitalar e domiciliar: semelhanças e diferenças: estudo de caso do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, 1997. Tese (Doutorado em Saúde Pública) – Escola Nacional de Saúde Pública da Fundação Oswaldo Cruz, FIOCRUZ, 1997.

FRANÇOIS, O. Le traitement des déchets hospitaliers en Ile- de- France. **TSM**. N. 9. Septembre 1995, pp. 655-658.

GAUSZER, T. **Levantamento da geração dos resíduos de serviços de saúde nas unidades da irmandade da Santa Casa de Misericórdia de São Carlos (SP)**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Saneamento) Escola de Engenharia de São Carlos, 1996, 133 pp.

GRAY, L. D. *Escherichia, Salmonella, Shigella, and Yersinia*. In MURRAY, P. R. (ed.), BARON, E. J., PFALLER, M. A., TENOVER, F. C., YOLKEN, R. H., **Manual of Clinical Microbiology**. 6^a ed., Washington, DC.: ASM Press, 1995, p. p. 450-456.

GUIMARÃES, R. L. Microbiologia aplicada ao controle das infecções hospitalares. In: COUTO, R. C., PEDROSA, T. M. G. & NOGUEIRA, J. M. **Infecção Hospitalar. Epidemiologia e controle**. Rio de Janeiro: MEDSI, 1997.

HAGLER, A. N. & HAGLER, L. C. S. M. Indicadores microbiológicos de qualidade sanitária. In ROITMAN, I., TRAVASSOS, L. R. & AZEVEDO, J. L., **Tratado de Microbiologia: microbiologia sanitária**. V. 2, São Paulo: Manole, 1988, 126 pp.

HERWALDT, L. A., WENZEL, R. P.. Dynamics of hospital-acquired infection. In MURRAY, P. R. (ed.), BARON, E. J., PFALLER, M. A., TENOVER, F. C., YOLKEN, R. H., **Manual of Clinical Microbiology**. 6^a ed., Washington, DC.: ASM Press, 1995, pp. 169-181.

HUNT, G. E. & SCHRECKER, R. N. Minimization of hazardous- waste generation. In: FREEMAN, H. M. (ed) **Standard handbook of hazardous waste treatments and disposal**. Section 5.1. New York: McGraw- Hill, 1989.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Recipiente para resíduos de serviços de saúde, perfurantes ou cortantes: IPT - NEA55**. São Paulo, 1996.

ISENBERG, H. D., D'AMATO, R. F. Indigenous and pathogenic microorganisms of humans. In MURRAY, P. R. (ed.), BARON, E. J., PFALLER, M. A., TENOVER, F. C., YOLKEN, R. H., **Manual of Clinical Microbiology**. 6^a ed., ASM Press, Washington, DC., 1995. pp. 5-18.

JAGER, E., RÜDEN, H. & MARTINY, H. Krankenhausspezifische Abfälle und Ihre behandlung (resumo), Krh. Hyg. – Inf. Verh. 6/1987. In: **Lixo Hospitalar: Risco epidemiológico ou terrorismo sanitário?** Centro de Informação sobre Resíduos Sólidos, UFF, ISER, 1992.

JAWETZ, E., MELNICK, J. L., ADELBERG, E. A., BROOKS, G. F., BUTEL, J. S., ORNSTON, L. N. **Microbiologia médica**. 20^a ed, Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998, 524 pp.

KALNOWSKI, G., WIEGAND, H. & RÜDEN, H. The microbial contamination of hospital waste (resumo), Zbl. Bakt. Hyg., I. Abt. Orig. B 178, 364-379, 1983. In: **Lixo Hospitalar: Risco epidemiológico ou terrorismo sanitário?** Centro de Informação sobre Resíduos Sólidos, UFF, ISER, 1992.

KARPIAK, J. & PUGLIESE, G. Medical waste – declining options in the 90s. **American Journal of Infection Control**. V. 19. N. 1. St. Louis, Feb. 1991. , pp. 8-15.

KLOOS, W. E., BANNERMAN, T. L. *Staphylococcus e Micrococcus*. In MURRAY, P. R. (ed.), BARON, E. J., PFALLER, M. A., TENOVER, F. C., YOLKEN, R. H., **Manual of Clinical Microbiology**. 6^a ed, Washington, DC.: ASM Press, 1995, p p. 282-298.

LEITÃO, M. F. F. Microrganismos patogênicos em alimentos. In: ROITMAN, I., TRAVASSOS, L. R., AZEVEDO, J. L. **Tratado de Microbiologia: microbiologia de alimentos**. Vol. 1. São Paulo: Manole, 1988, 186 pp.

LIBERTI, L., TURSI, A., COSTANTINO, N., FERRARA, L. & NUZZO, G. Optimization of infectious hospital waste management in Italy: part I – waste production and characterization study. **Waste Management and Research**, 12. 1994, pp. 373-385.

LINDSEY, T. The evolution of industrial waste management. **Pollution Engineering**, V. 31. Issue 12 [online] Newton, Nov. 1999.

<http://proquest.umi.com/pqdweb?TS=948374...3&Sid=12&Idx=73&L=1&Deli=1&RQT=309&Dtp=1>

LOGAN, N. A. **Bacterial Systematics**. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1994.

MACKNIGHT, K. T. The problems of medical and infectious waste. **Environmental Law**. 23. N. 3 [online] July 1993, pp 785-836.

http://web4.searchbank.com/infotrac/session/501/443/21552811w3/3lxrn_6&bkm

MADIGAN, M.T.; MARTINKO, J.M. & PARKER, J. **Biology of Microorganisms**. 8ª ed. Prentice Hall, 1996.

MARSIK, F. J. & DENYS, G. A. Sterilization, decontamination, and disinfection procedures for the microbiology laboratory. In MURRAY, P. R. (ed.), BARON, E. J., PFALLER, M. A., TENOVER, F. C., YOLKEN, R. H., **Manual of Clinical Microbiology**. 6ª ed., Washington, DC.: ASM Press, 1995, 1482 pp.

MATTOSO, V. D. B. **Classificação, quantificação e análise microbiológica dos resíduos de serviços de saúde da Santa Casa de Misericórdia de São Carlos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos, 1996. 90pp.

MILLER, O., GONÇALVES, R. R. **Laboratório para o Clínico**. 8ª ed., São Paulo: Atheneu, 1995, 607 pp.

MOREL, M. M. O. & BERTUSSI Fº, L. A. Resíduos de serviços de saúde. In: RODRIGUES, E. A. C., MENDONÇA, J. S., AMARANTE, J. M. B., ALVES Fº, M. B., GRINBAUM, R. S., RICHTMANN, R. **Infecções hospitalares: prevenção e controle**. São Paulo: Sarvier, 1997, pp. 519-534.

MORITZ, J. M. Current legislation governing clinical waste disposal. **The Journal of Hospital Infection**. V. 30, supplement. London, June, 1995, pp. 521-530.

MOSE, J. R. & REINTALER, F. Microbial contamination of hospital waste and household refuse (resumo), Zbl. Bakt. Hyg., I. Abt. Orig. B 181, 98-110, 1985. In: **Lixo Hospitalar: Risco epidemiológico ou terrorismo sanitário?** Centro de Informação sobre Resíduos Sólidos, UFF, ISER, 1992.

MOTA, S. **Introdução à engenharia ambiental**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Ambiental, 1997. 279 pp.

NASCIMENTO, G. G. F., FIGUEIREDO, S. H., FÉLIX, P. R. & MARTINS, P. F. G. Drug resistance in bacterial isolated from a brazilian hospital. **The Brazilian Journal of Infectious Diseases**. 2(6), Dec. 1998, pp. 291-299

NIELSEN, B.H.; WÜRTZ, H.; HOLST, E. & BREUM, N.O. Microorganism and endotoxin in stored biowaste percolate and aerosols. **Waste Management and Research**. 16 (2). Denmark, 1998, pp. 150 – 159.

OPAS- ORGANIZAÇÃO PAN- AMERICANA DA SAÚDE, Centro Pan- Americano de Engenharia Sanitária e Ciências do Ambiente. **Guia para o manejo interno de resíduos sólidos em estabelecimentos de saúde**. Brasília, 1997.

PALAMANOS, K. G. **Aspectos socio-jurídico-ambientais da poluição por resíduos sólidos urbanos: um estudo de caso**. Dissertação (Mestrado em Direito) Curso de Pós-Graduação em Direito da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1999. 230 pp.

PELCZAR, M., REID, R. & CHAN, E.C.S. **Microbiologia**. v. I e II. Trad. de Manuel Adolpho May Pereira, Revisora técnica Maria Regina S. Borges. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1981.

REGO, R.C.E. & NODA, R. Caracterização preliminar de resíduos sólidos de estabelecimentos hospitalares. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE RESÍDUOS SÓLIDOS HOSPITALARES. Cascavel, PR, 1993.

RÊGO, R.C.E., ROCHA, M. J. M., GOMES, J. A. & GUNTHER, M. A. Avaliação da prática do uso da cal hidratada na disposição de resíduos sólidos de serviços de saúde em valas.

Revista DAE – SABESP. N. 165. Maio-jun., 1992, pp.8-10.

ROSENBLATT, W. H. & SILVERMAN, D. G. Recovery, resterilization, and donation of unused surgical supplies. **The journal of the American Medical Association.** [online] V. 268, Issue 11, Chicago, Sep 16, 1992.

<http://proquest.umi.com/pqdweb?TS=948201...&Fmt=3&Sid=1&Idx=29&Deli=1&RQT=309&Dtp=1>

RUSHBROOK, P. Definition des dechets d'activites de soins et conseils pour leur gestion. **L'Eurobiologiste.** Tome XXXI, n° 232. 1997, pp. 43 / 427 a 49 / 433.

RUTALA, W. A. & WEBER, D. J. Infectious waste – mismatch between science and policy. **The New England Journal of Medicine.** V. 325, N. 8. Chapel Hill, Aug. 1991, pp. 578-581.

RUTALA, W. A. Antissepsis, desinfection, and sterilization in hospitals and related institutions. In MURRAY, P. R. (ed.), BARON, E. J., PFALLER, M. A., TENOVER, F. C., YOLKEN, R. H., **Manual of Clinical Microbiology.** 6ª ed., Washington, DC.: ASM Press, 1995, 1482 pp.

SAITO, L. M., LEÃO, M. L. G. & CASTRO NETO, P. P. **Resíduos Hospitalares.** In: 12º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Balneário Camboriú, Santa Catarina, Nov 1983, pp.20-25.

SANTA CATARINAa. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. **Resíduos Sólidos.** Levantamento de dados sobre resíduos sólidos municipais no Estado de Santa Catarina. Florianópolis, SC.

_____b. Secretaria de Estado de Saúde. Programa Estadual de Controle de Infecção Hospitalar. **Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde.** Florianópolis, SC.

_____c. Secretaria de Estado de Saúde. Gerência de Controle de Infecção Hospitalar. **Norma Técnica para manuseio, acondicionamento, coleta, transporte, tratamento e destino final dos resíduos hospitalares e congêneres.** Florianópolis, anexo à portaria 1154/SES – 22.12.97. SC.

SANTOS, N. Q. **Infecção Hospitalar: uma reflexão histórico- crítica**. Florianópolis: Ed. UFSC, 1997.

SOARES, S. R., CASTILHOS Jr, A. B., MACEDO, M. C. **Diagnóstico da produção de resíduos de serviços de saúde**. Estudo de caso: Hospital Universitário. Florianópolis, Trabalho apresentado no 19º Congresso da ABES. Foz do Iguaçu, PR.

STRAIN, B. A. & GRÖSCHEL, D. H. M. Laboratory Safety and Infectious Waste Management In MURRAY, P. R. (ed.), BARON, E. J., PFALLER, M. A., TENOVER, F. C., YOLKEN, R. H., **Manual of Clinical Microbiology**. 6ª ed., Washington, DC.: ASM Press, 1995, pp. 75-85.

TORTORA, G. J., FUNKE, B. R. & CASE, C. L. **Microbiology: an introduction**. 6ª ed. Menlo Park: Addison Wesley Longman, 1997, 832 pp.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - USEPA. **EPA guide for infectious waste management**. Washington DC. (EPA/530-SW-86-014), 1986a.

_____. Part 259 - Standards for the tracking and management of medical waste. **Code of Federal Regulations**. Washington DC: Office of the Federal Register National Archives and Records Administration, July, 1989b, pp.353-390.

US STATE OF CALIFORNIA – HEALTH AND WELFARE AGENCY, Department of Health Services, Medical Waste Management Program. **Alternative medical waste treatment technology approved by California Department of Health Services**. 1999.

WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION, Regional Office for Europe. **Health Care Waste Management Within Hospitals: Training notes for personnel in central and eastern European countries**. EUR/ICP/EHNA 01 04 01.

ZAKI, A. N. & CAMPBELL, J. R. Infectious waste management and laboratory design criteria. **American Industrial Association Journal**. [online] V. 58, Issue 11. Akron, Nov. 1997.

<http://proquest.umi.com/pqdweb?TS=948191...Did=000000025322895&Deli=1&RQT=309&Dtp=1>

ZANON, U. A epidemiologia dos resíduos sólidos hospitalares. **Arquivos Brasileiros de Medicina**. V. 65. N. 5^a São Paulo, out. 1991a, pp. 89s-92s.

_____. Riscos infecciosos imputados ao lixo hospitalar: realidade epidemiológica ou ficção sanitária? **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**. V. 23. N. 3. Jul. - set. 1990b, pp.163-70.

ZANON, U., MORAES, N. L. A. Epidemiologia hospitalar. In ZANON, U., NEVES, J. (ed), **Infecções Hospitalares, Prevenção, Diagnóstico e Tratamento**. Cap. 10. Rio de Janeiro: Medsi, 1987.

ZANON, U., NEVES, J. (ed). Aderência e colonização. In: **Infecções Hospitalares, Prevenção, diagnóstico e Tratamento**. Cap. 5. Rio de Janeiro: Medsi, 1987.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 1992, abr/1992; NBR 6023, ago/2000, NBR 6027, ago/1989**.

BERGESON, L. L. EPA Seeks comment on waste minimization tool. **Pollution Engineering**. [online] V. 29. Issue 10. Newton, Oct 1997
<http://proquest.umi.com/pqdweb?TS=948374...3&Sid=9&Idx=189&L=1&Deli=1&RQT=309&Dtp=1>

BRASIL, Ministério da Saúde. **Portaria nº 930 de 27 de Ago, 1992**.

CACCAVALE, S. The safety professional's guide to understanding the solid & hazardous waste regulations. **Professional Safety**. [online] V. 44. Issue 9. Park Ridge, Sep 1999
<http://proquest.umi.com/pqdweb?TS=948375...Did=000000047138451&Deli=1&RQT=309&Dtp=1>

COUTO, R. C., PEDROSA, T. M. G., NOGUEIRA, J. M. **Infecção hospitalar: epidemiologia e controle**. Rio de Janeiro: MEDSI, 1997.

DEPARTEMENT DE LOIRE-ANTIQUE, LABORATOIRE D'HYGIENE. Stockage des déchets d'activités de soins: Protocole experimental. **Institut Départemental D'analyses et de Conseil (IDAC)**. Nantes: août 1993.

DEPARTEMENT DE LOIRE-ANTIQUE, LABORATOIRE D'HYGIENE. Stockage des déchets d'activités de soins: Interpretations et conclusions. **Institut Départemental D'analyses et de Conseil (IDAC)**. Nantes: novembre 1993.

DESCARPACK. **Destinação de resíduos: Lixo Hospitalar requer cuidados especiais no acondicionamento. Proteção**. Jan 1997, p.38 - 39.

DESCARPACK. **Resíduos de Serviço de Saúde: Manual de Leis, Decretos, Normas, Subsídios e Regras p/ o Estado de São Paulo**.

DHEILLY, S. Un exemple de filière de recyclage en milieu hospitalier. **TSM**. N. 9, 1995. pp. 664-665.

EINGENHEER, E. & ZANON, U. Proposta para classificação, embalagem, coleta e destinação final dos resíduos hospitalares. **Arquivos Brasileiros de Medicina**. V. 65. N. 5a.. Out, 1991, pp. 93S – 95S.

FEAGANS, B. Critical condition. **Business Mexico**. [online] V. 7. Issue 8. Mexico City, Aug, 1997

<http://proquest.umi.com/pqdweb?TS=948196...&Fmt=4&Sid=3&Idx=15&Deli=1&RQT=309&Dtp=1>

GILLIGAN, P.H. *Pseudomonas* and *Burkholderia*. In MURRAY, P. R. (ed.), BARON, E. J., PFALLER, M. A., TENOVER, F. C., YOLKEN, R. H., **Manual of Clinical Microbiology**. 6ª ed. Cap. 40. Washington, DC.: ASM Press, 1995.

GOULD, S. J. Planet of the Bacteria. **The Washington Post**. November 13, 1996. [online] <http://www.washingtonpost.com/wp-srv/interact/longterm/horizon/111396/bacteria.htm>

<http://www.bact.wisc.edu/Bact303/NutritionandGrowth>

MOUCHE, C. DOE, VA team to eliminate infectious waste. **Pollution Engineering**. [online] V. 29. Issue 12. Newton, Nov 1997

<http://proquest.umi.com/pqdweb?TS=948197...&Fmt=3&Sid=10&Idx=1&Deli=1&RQT=309&Dtp=1>

MUNICIPALIDAD DE CORDOBA. **Evaluacion final de la experiencia de tratamiento de residuos patogenos en el Hospital de Urgencias** - Sistema Tecnossan. S/I. Enero 1995.

NEAL, C. Clearing the confusion on waste disposal. **Nursing Homes**. V. 43. Cleveland, Jul/Aug 1994.

Nutrition and growth of bacteria. Bacteriology at UW Madison. **Bacteriology 303 Main Page**. Kenneth Todar University of Wisconsin Department of Bacteriology. [online] s/el.

OLIVEIRA, A. C., ALBUQUERQUE, C. P., ROCHA, L. C. M. **Infecções hospitalares: abordagem, prevenção e controle**. Rio de Janeiro: MEDSI, 1998.

PEREIRA, S. A. Gerenciamento interno de resíduos de serviços de saúde. **Departamento Municipal de Limpeza Urbana da Prefeitura Municipal de Porto Alegre**. In: Seminário Internacional sobre Resíduos Sólidos Hospitalares. Cascavel, 1993.

ROB, H. Hospitals study old method to treat med waste. **Hospitals**. [online] V. 66. Issue 16. Chicago, Aug 20, 1992.

<http://proquest.umi.com/pqdweb?TS=948202...&Fmt=3&Sid=1&Idx=30&Deli=1&RQT=309&Dtp=1>

RODRIGUES, E. A. C., MENDONÇA, J. S., AMARANTE, J. A. B., ALVES F^o, GRINBAUM, R. S. & RICHTMANN, R. **Infecções hospitalares: prevenção e controle**. São Paulo: Sarvier, 1997.

RUETZ, D.P. & GIANNINI, M.R. New rules affect all medical waste generators. **Journal of Business**. [online] V. 7. Issue 19. Section 2. Spokane, Oct 8, 1992.

<http://proquest.umi.com/pqdweb?TS=948201...&Fmt=3&Sid=1&Idx=28&Deli=1&RQT=309&Dtp=1>

SQUINAZI, F. (responsable), LAGNEAUX, F., DUBROU, S., CARLIER, D., DEFENDINI, E. & VERITE, G. Etude de l'évolution de la contamination microbiologique des déchets d'activités de soins à risques infectieux à température ambiante: Rapport de synthèse.

Laboratoire d'Hygiène de la Ville de Paris. N. de contrat ADEME: 96.04.072. Paris: 25 octobre 1997.

TAITZ, M. Don't get stuck on medical waste. **World Wastes.** [online]. V. 40. Issue 7. Atlanta, Jul, 1997.

<http://proquest.umi.com/pqdweb?TS=948196...&Fmt=4&Sid=3&Idx=26&Deli=1&RQT=309&Dtp=1>

TENÓRIO, M.T.F. Coleta Seletiva e Reciclagem dos resíduos sólidos de serviço de saúde: uma opção econômica e ecológica. **Âmbito Hospitalar.** N. 8. 1992, pp. 29-32.

UNIVERSIDADE Federal do Paraná. **Normas para apresentação de trabalhos: redação e editoração.** Biblioteca Central. 6ª ed. V 8. Curitiba: Ed. Da UFPR, 1996.

_____. _____. **: teses, dissertações, monografias e trabalhos acadêmicos.** Biblioteca Central. V 10. Curitiba: Ed. Da UFPR, 2000.

US Department of Health and Human Services, National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). Guidelines for protecting the safety and health of health care workers. September, 1988. Publication No. 88-119. Chap 2, last updated: April 24, 1998. [online] <http://www.cdc.gov/niosh/hcwold2.html>

_____. _____. _____. Chap 6, last updated: April 28, 1998. [online] <http://www.cdc.gov/niosh/hcwold6.html>

_____. _____. _____. Chap 7, last updated: May 4, 1998. [online] <http://www.cdc.gov/niosh/hcwold7.html>

VERÍSSIMO, L. Coleta de Lixo Hospitalar. Serviço de Prevenção. **Âmbito Hospitalar,** Especial. Jun 1995, pp. 19 – 25.

VOIGTH, K. Medical waste transformation. **Electric Perspectives.** V. 20. Issue 3. Washington, May/June 1995.

WIANT, c. j. Challenges for managers. **Journal of Environmental Health**. V. 60. Issue 3.

Denver, Oct 1997 [online]

<http://proquest.umi.com/pqdweb?TS=948197...3&Sid=10&Idx=3&L=&Deli=1&RQT=309&Dtp=1>

WILCOX, J.B. Medical waste disposal hinges on new regs. **World Wastes**. V. 39. Issue 4.

Atlanta, April 1996 [online]

<http://proquest.umi.com/pqdweb?TS=948197...&Fmt=3&Sid=10&Idx=9&Deli=1&RQT=309&Dtp=1>

ZANON, U. & EINGENHEER, E. O que fazer com os resíduos hospitalares: proposta para classificação, embalagem, coleta e destinação final. **Arquivos Brasileiros de Medicina**. V. 65. N. 3. Mai/jun, 1991, pp. 233 – 237.

ANEXOS

- 1. Símbolo Universal de Substância Infectante**
- 2. Perfil de Antibiótico- Susceptibilidade no HGCR – 1994/95**
- 3. Perfil de Antibiótico- Susceptibilidade no HGCR – 1997**
- 4. Perfil de Antibiótico- Susceptibilidade no HGCR – 1999**
- 5. Registro Fotográfico da Composição Gravimétrica**
 - 5.1. Materiais Encontrados nos Sacos de Resíduos
 - 5.2. Componentes do *Resíduo Tipo*
 - 5.3. Embalagens do RHI
- 6. Termo de Acordo de Cooperação Científica entre HGCR e LARESO**
- 7. Quantificação de Materiais dos Setores Pesquisados do HGCR**
- 8. Análise de Parâmetros Físicos do *Resíduo Tipo***
- 9. Registros Fotográficos da Avaliação Microbiológica**
 - 9.1. Fração Sólida
 - 9.2. Fração Líquida (1)
 - 9.3. Fração Líquida (2)
 - 9.4. *Resíduo Tipo*
 - 9.5. Incubação do *Resíduo Tipo* na Estufa para BOD
 - 9.6. *Resíduo Tipo* no Agitador Orbital
 - 9.7. Materiais Utilizados para Diluições Seriadas e Semeadura em Placas
 - 9.8. Tubo de Diluição no Agitador Vortex
 - 9.9. Adição da Alíquota de Diluição à Placa
 - 9.10. Distribuição da Alíquota na Superfície da Placa com Alça de Drigalsky
 - 9.11. Estufa Bacteriológica para Placas
 - 9.12. Contador de Colônias
 - 9.13. *E coli*
 - 9.14. *P. aeruginosa*
 - 9.15. *S. aureus*
 - 9.16. *E coli*, *P. aeruginosa* e *S. aureus*

10. Termo de Convênio para Colaboração Científica entre LACEN e LARESO

11. Laudo das Análises do LACEN

1 - SÍMBOLO UNIVERSAL DE
SUBSTÂNCIA INFECTANTE



2 - PERFIL DE ANTIBIÓTICO - SUSCEPTIBILIDADE NO HGCR – 1994/95

Perfil de Antibiótico Susceptibilidade - 94/95																							
Serviço de Controle de Infecções - HGCR																							
Programa de Controle de Antibióticos																							
<input type="checkbox"/> Sugestões para tratamento no HGCR																							
	Ampicilina	Penicilina G	Carbenicilina	Oxacilina	Amoxicilina	Gentamicina	Tobramicina	Cefazolina	Cefoxitina	Cefuroxíma	Ceftriaxona	Ceftazidima	Ciprofloxacina	Norfloxacina	Aztreonam	Imipenam	Clindamicina	SMX/TMP	Vancomicina	Eritromicina	Nitrofurantoina	Acido Nalidixico	Tetraciclina
E coli (187)	51		53		100	97	97	95	100	98	98	98	98	95	96	98		71			99	95	61
S. aureus (134)		15		84				84					85				93	93	100	85			83
P. aeruginosa (120)	1		76		77	69	71	0	0	0	63	88	74	63	76	97		2			3	3	15
K. pneumoniae (74)	1		1		98	86	77	75	100	92	99	90	97	92	77	100		74			88	79	73
E. cloacae (54)	4		57		100	89	87	12	9	71	81	83	84	84	83	100		81			74	74	80
A. calcoaceticus (53)	4		36		90	32	91	0	5	12	100	93	38	0	41	88		32			0	42	36
S. marcescens (50)	16		41		81	41	43	0	71	38	100	100	55	27	100	100		43			0	20	10
C. freundii (50)	4		14		62	26	33	0	19	86	60	67	30	17	75	100		27			89	8	27
P. mirabilis (48)	73		77		100	79	92	95	100	100	100	100	94	93	100	90		69			0	82	0
E. faecalis (35)	100	88				67							100	81					100		100		

3 - PERFIL DE ANTIBIÓTICO - SUSCEPTIBILIDADE NO HGCR – 1997

SERVIÇO DE CONTROLE DE INFECÇÕES - HGCR																								
PROGRAMA DE CONTROLE DE ANTIBIÓTICOS																								
PERFIL DE ANTIBIÓTICO SUSCEPTIBILIDADE NO HGCR - 1997																								
*Sugestões em negrito																								
	Penicilina G	Ampicilina	Carbenicilina	Ticarcilina/AC	Piperacilina	Oxacilina	Cefazolina	Cefoxitina	Cefuroxima	Ceftiraxona	Ceftazidima	Gentamicina	Amikacina	Tobramicina	Norfloxacina	Ciprofloxacina	Aztreonam	Imipenem	Clindamicina	Eritromicina	Vancomicina	SMZ+ TMP	Nitrofurantoina	Tetraciclina
(266) Escherichia coli		41	43	78	38		80	94	83	100	75	88	97	75	87	84	79	100				46	100	
(177) Staphylococcus aureus	7					70	70					72				75		70	72	64	100	73		
(139) Pseudomonas aeruginosa			77	71	89					65	82	57	56	60		58	58	96						
(78) Enterococcus faecalis	77	95										72			78						100	99	37	
(73) Acinetobacter baumannii			31	41	31				14	39	45	25	28	29		30	14	100				32		66
(67) Enterobacter cloacae			49	80	72				65	76	71	76	96	77		70	74	98				61	88	49
(63) Staphylococcus coagulase negativa	10					51	51					52				71		51	78	63	100	43		
(59) Klebsiella pneumoniae				49	51		53	95	93	98	54	98	95	55		98	51					66		49
(49) Serratia marcescens			28	54	68			50	21	100	93	39	57	54	5	41	96	100				39		
(40) Proteus mirabilis		60	82	100	92		79	100	83	84	100	88	100	92		97	100	92				58		

4. PERFIL DE ANTIBIÓTICO- SUSCEPTIBILIDADE
NO HGCR – 1999

SERVIÇO DE CONTROLE DE INFECÇÃO HOSPITALAR - HGCR																																					
PROGRAMA DE CONTROLE DE ANTIBIÓTICOS																																					
PERFIL DE ANTIBIÓTICO SUSCEPTIBILIDADE NO HGCR - 1999																																					
	Amicacina	Ampicilina	Ampicilina/S	Aztreonam	Beta lactamase	Carbenicilina	Catalase	Cefazolina	Cefotaxima	Cefotaxima	Cefoxitina	Ceftazidima	Ceftriaxona	Cefalotina	Cloranfenicol	Ciprofloxacina	Clindamicina	Eritromicina	ESBL	Gentamicina	Gentamicina 500	Imipenem	Nalidixic Acid	Nitrofurantoina	Norfloxacina	Ofloxacin	Oxacilina MIC	Oxidase	Penicilina-G	Piperacilina/azobac	Rifampina	Streptomycina 2000	Tetraciclina	Ticarcilina/AC	Tobramicina	Trimetoprima/Sulfa	Vancomicina
Escherichia coli (258)	99	54	57	94	80		93	77	96	96	97	93	100	76		93	76	79	67	8	95	100	100	100	100	100	76	77		94			80	84	100	61	
Staphylococcus aureus (250)		11	75		86									77		76	79	67		78	77	77	100	100					16		90	71			78	100	
Pseudomonas aeruginosa (197)	89	7		66				76	13	5	76	5		5		85				52		85							100		84				63		8
Staphylococcus coagulase negativa (181)		8	36		88		93	41					41			54	56	48		44		41	100	100	51	41			11		64		66			51	100
Enterococcus faecalis (98)		100													43	47		100		59			100	56					63			85	24				100
Klebsiella pneumoniae (93)	89	42	61					68	63	75	63	45		45		89			40	78	100									72				59			57
Enterobacter cloacae (93)	66	12	49					88	48		54					54				52	100									42				46			59
Acinetobacter baumannii (76)	65	77	13					55	28	1	72					63				57	99									72				77			41
Proteus mirabilis (48)	100	69	84	96	100			98	100	100	100	100	100	94		100				100	100	100	100	100							91			100	100	75	
Serratia marcescens (41)	66		5	59				88	58	38	88					59				61	100										71			36			59



6. TERMO DE ACORDO DE COOPERAÇÃO CIENTÍFICA ENTRE HGCR E LARESO



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL



Florianópolis, 02 de março de 1999.

Correspondência nº 01/99 - Projeto PROSAB-UFSC/Edital 2, Tema 3

Ao Diretor Geral do Hospital Celso Ramos
Dr. Maurício Cherem Buendgens

De: Prof. Dr. Sebastião Roberto Soares

Assunto : Pesquisa em resíduos hospitalares no Hospital Gov. Celso Ramos (HGCR)

Prezado Senhor,

Conforme contatos estabelecidos na reunião de 01 de março deste ano, na presença do Diretor Administrativo e da Enfermeira Neuza da Comissão de Infecção Hospitalar, solicitamos a colaboração desta Instituição para com UFSC na realização do projeto de pesquisa Valorização de Componentes dos Resíduos Sólidos Urbanos de Coletas Especiais, Sub-Projeto 3 : Valorização de Resíduos Hospitalares - Avaliação do Potencial de Risco de Contaminação.

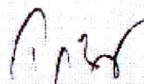
Tal projeto tem como objetivos a caracterização microbiológica dos resíduos, a evolução dos microrganismos e a avaliação do potencial de risco que os mesmos apresentam.

A participação do HGCR na pesquisa se daria pela permissão de acesso aos pesquisadores nos diversos setores geradores de resíduos, para que se possa caracterizar e estabelecer um resíduo padrão. Além do mais, a orientação intelectual do corpo técnico deste hospital, contribuiria para eventuais trocas de informação objetivando um melhor desenvolvimento da pesquisa. E finalmente, a experiência no setor de infectologia seria de grande valor para a indicação de laboratórios de realização de análises microbiológicas;

O grupo de pesquisadores é composto pelas seguintes pessoas :

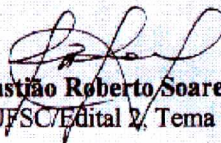
- Dr. Sebastião Roberto Soares, Professor/Engenheiro Sanitarista, orientador do projeto de pesquisa;
- Enfermeira Marisa Maria Aumondi Costa Silva, Mestranda do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental,
- Vanessa da Cunha Rocha, Técnica em Saneamento Básico, Graduanda do Curso de Engenharia Sanitária - Ambiental.
- Gustavo Rodrigo da Silva , Graduando do Curso de Engenharia Sanitária - Ambiental.

Na certeza de poder contar com a sua colaboração, agradecemos antecipadamente.



Prof. Dr. Paulo Belli Fº

Chefe de Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental



Prof. Dr. Sebastião Roberto Soares

Coordenador do Projeto PROSAB-UFSC/Edital 2, Tema 3

171

171

171

7. QUANTIFICAÇÃO DE MATERIAIS DOS SETORES PESQUISADOS NO HGCR

PLÁSTICO NÃO FILME	EMERG	UTI	NEURO	IC	CC	MEDIA	M.UN(g)	M.TOT(g)
Ampola plástica p/ água p/ injeção-10ml	7,67	1,5	0	12	0,33	4,30	3	12,90
Barbeador descartável – un	0	0	0,33	0	0	0,07	7	0,46
Bolsa coletora de urina c/ extensão-2000ml	0	0,17	0,83	0	0,17	0,23	92,6	21,30
Canudinho plástico	0,5	0	0,5	1,67	0	0,53	0,4	0,21
Cânula endotraqueal p/ as. resp. polivinil	0	0,5	0	0	0	0,10	17,1	1,71
Cateter p/ O ₂ em polímero plástico	0,5	0,17	1,17	0,17	0,17	0,77	3,1	2,39
Copo plástico 50ml	8,83	4,67	5,17	9,67	0,17	5,70	0,7	3,99
Copo plástico p/ água-200ml	1,67	0,17	18,67	3,33	0,33	4,83	2,1	10,14
Cotonete	0	0	0	4,5	0	0,90	0,3	0,27
Eletrodo p/ ECG c/ pino de aço	0,17	0,5	0	2,17	1	0,77	1,7	1,31
Embalagem de intracath – tubo plástico	0,33	0,17	0,17	0,83	0,5	0,40	11,8	4,72
Equipo p/ fluidoterapia	6,33	2,17	0,17	1,83	1,17	2,33	23,6	55,08
Escova plástica (*)	0,17	0,17	1,67	0,17	0	0,44	12,7	5,54
Frasco plástico – 1000ml	0	0,17	1,17	0,33	0,5	0,43	49,6	21,53
Frasco plástico – 150ml	0,17	0,5	0	1,83	0	0,50	13,2	6,60
Frasco plástico – 250ml	4,33	0,17	0,67	2,33	0	1,50	18,5	27,75
Frasco plástico – 300ml	3,75	0,17	1	0	0	0,98	26,8	26,37
Frasco plástico – 500ml	2,67	0,83	4	5,83	3,83	3,43	26,8	91,98
Seringa (**)	10,33	9,5	0,83	12	2,67	7,07	21,5	151,92
Sonda uretral plástica	0,17	1	1,17	1	0	0,67	6,3	4,21
Tampa de agulha	24,5	7,17	0,33	15,17	7,17	10,87	0,4	4,35
Torneira de 3 vias	0,17	0,17	0	0,17	0	0,10	2,8	0,29
Tubo plástico de esparadrapo	0,83	0,17	0,33	1	0,83	0,63	14,3	9,04
PESO MÉDIO TOTAL								464,04

LÁTEX	EMERG	UTI	NEURO	IC	CC	MEDIA	M.UN(g)	M.TOT(g)
Luva de látex	28	47,67	64,83	9,5	20,33	34,07	9	306,59
Mangueira de látex - 1m/ peça	0,17	0,33	0,17	0	0,17	0,17	108,5	18,23
Preservativo c/ adaptador	0	0	1,67	0	0	0,33	4,2	1,40
Sonda vesical de látex	0,17	4,5	0,67	0,67	1,33	1,47	8,5	12,48
PESO MÉDIO TOTAL								338,70

ALGODÃO	EMERG	UTI	NEURO	IC	CC	MEDIA	M.UN(g)	M.TOT(g)
Algodão hidrófilo – compressa (+)	29	2,5	16,17	5	1,33	10,80	0,5	5,40
Algodão ortopédico – rolo (++)	0	0,33	0	0	1	0,27	31,2	8,30
Atadura de crepom – rolo (+++)	0,5	0,5	1,17	0,67	1,33	0,83	52,8	44,04
Avental descartável	0	0	1,17	0,17	0	0,27	72	19,30
Chumaço de algodão e gaze	1,67	3	5,67	0,83	1,5	2,53	32,65	82,74
Compressa de gaze	41,5	83,5	107	54,5	79	73,10	1,1	80,41
Fralda descartável (++++)	0,33	0	1,5	0,67	0	0,50	149,6	74,80
Máscara descartável	0,5	0,5	3,17	0,5	0	0,93	3,9	3,64
PESO MÉDIO TOTAL								318,62

Continua ...

PAPEL	EMERG	UTI	NEURO	IC	CC	MEDIA	M.UN(g)	M.TOT(g)
Embalagem de pomada - papel	5,67	0	1	6,33	0,17	2,63	8,12	21,39
Folha ofício	5,5	2,67	20,17	5	2,33	7,13	4	28,54
Guardanapo de papel	0	2	7,17	3,33	0	2,50	1,1	2,75
Papel embalagem de luva	3,5	2,67	9,17	2,83	5,83	4,80	6,5	31,20
Papel higiênico - rolo	0	0	0,83	1	0	0,37	118,45	43,35
Papel pacote de curativo (°)	3,5	4	18,33	5,33	7	7,63	15,1	115,24
Papel toalha	27,67	1	2,33	14,83	0	9,17	2,3	21,08
Saco de papel pardo	0,67	0	1,67	0	0	0,47	6	2,81
PESO MÉDIO TOTAL								266,36

PLÁSTICO FILME	EMERG	UTI	NEURO	IC	CC	MEDIA	M.UN(g)	M.TOT(g)
Bolsa de ostomia	0	0,33	0	0	0	0,07	26,3	1,74
Embalagem de sonda - saco plástico	1,17	0,5	0	0,83	2,17	0,93	4	3,74
Saco plástico (ª)	28,83	8,5	28,67	29,33	13,17	21,70	5,2	112,84
PESO MÉDIO TOTAL								118,32

ADESIVOS	EMERG	UTI	NEURO	IC	CC	MEDIA	M.UN(g)	M.TOT(g)
Esparad. comum (10cmx3cm) - peça	108,33	83,33	196,67	41,67	66,67	99,33	0,9	89,40
Esparad. hipoalergênico (10cmx3cm) - peça	0	33,33	0	0	0	6,67	0,5	3,33
Fita crepe indicadora (10cm/pc) - peça	68,33	40	258,33	53,33	128,33	109,66	0,2	21,93
Micropore (10cmx3cm) - peça	0	0,58	2,67	7	0	2,05	0,1	0,21
PESO MÉDIO TOTAL								114,87

MATÉRIA ORGÂNICA	EMERG	UTI	NEURO	IC	CC	MEDIA	M.UN(g)	M.TOT(g)
Comida liquidificada	0	0	11,67	0	0	2,33	1	2,33
Fezes semi- líquidas – gramas (º)	0	0	61,67	0	0	12,33	1	12,33
Resto de comida sólido - gramas	3,33	0	116,67	250	0	74,00	1	74,00
PESO MÉDIO TOTAL								88,67

PLÁSTICO+PAPEL (º)	EMERG	UTI	NEURO	IC	CC	MEDIA	M.UN(g)	M.TOT(g)
Embalagem de agulha - plástico+papel	20	2,33	1,33	25,5	2,83	10,40	0,3	3,12
Embalagem de sonda látex - plástico +papel	0,17	0,33	0,5	1,33	0,5	0,57	7,2	4,08
Embalagem de seringa -plástico +papel	33,83	3,5	3,33	30,33	19,5	18,10	1,5	27,15
PESO MÉDIO TOTAL								34,34

VIDROS	EMERG	UTI	NEURO	IC	CC	MEDIA	M.UN(g)	M.TOT(g)
Ampola de vidro – 3ml	0	3,83	0	0	0	0,77	2,2	1,69
Frasco ampola de vidro- 10 ml	0,83	1,5	0,17	0	0	0,50	22,2	11,10
Frasco ampola de vidro- 100 ml	0	1,33	0	0	0	0,27	75,6	20,11
PESO MÉDIO TOTAL								32,89

PAPELÃO	EMERG	UTI	NEURO	IC	CC	MEDIA	M.UN(g)	M.TOT(g)
Embal. de frasco de remédio - papelão	0,5	0,17	0	0	5	1,13	20,12	22,82
PESO MÉDIO TOTAL								22,82

Continua ...

ALUMÍNIO	EMERG	UTI	NEURO	IC	CC	MEDIA	M.UN(g)	M.TOT(g)
Embal. de lâm. de bisturi - Al	1,17	0,5	0,17	0,67	4,17	1,34	0,9	1,20
Lata de Al (refrigerante)	0	0	0,5	0,33	0	0,17	14,84	2,46
Tubo metálico de pomada	0	0,17	0,5	0,3	0	0,19	9,8	1,90
PESO MÉDIO TOTAL								5,57

OUTROS MATERIAIS	EMERG	UTI	NEURO	IC	CC	MEDIA	M.UN(g)	M.TOT(g)
Embal. de fio de sutura - pl. + papel metaliz.	0,5	4,17	0	2,83	1,33	1,77	1	1,77
Espátula de madeira	1,83	0	0,33	0	0	0,43	2,3	0,99
Esponja de aço fino	0	0,17	0,33	0	0,5	0,20	6,31	1,26
PESO MÉDIO TOTAL								4,02

LÍQUIDOS ^(d)	EMERG	UTI	NEURO	IC	CC	MEDIA	M.UN(g)	TOT(ml)
Soro fisiológico - ml	428,33	0	141,67	66,67	83,33	144,00	1	144,00
Urina - ml	0	8,33	251,67	0	0	52,00	1	52,00
Sangue - ml	8,33	3,33	8,33	36,67	25	16,33	1	16,33
TOTAL								212,33

Considerações sobre os materiais:

(*) escova para escovação cirúrgica das mãos

(**) seringas de capacidades diversas: insulina, 1cc, 3cc, 5cc, 10cc, 20cc e 60cc; foi usada a massa média

(+) tamanho médio de 1cm

(++) 20cm x 4,5m

(+++) 10cm x 4,5m, 15cm x 4,5m e 20cm x 4,5m; foi usada a massa média

(++++) tamanho adulto

(°) tamanho aproximado de 30cm x 30cm

(^a) sacos de embalagem individual de tubos de soro, ataduras, sonda vesical, luvas, equipo, cateteres; foi usada a massa média

(^b) em bolsa de ostomia

(^c) 1 folha de plástico filme e 1 de papel selada nas bordas

(^d) acondicionados em embalagem graduada

8. ANÁLISE DE PARÂMETROS FÍSICOS DO RESÍDUO TIPO

<i>Materiais</i>	<i>MEA (g/l)*</i>	<i>ME (g/l)**</i>	<i>PC (J/g)***</i>
algodão	27,764	462,733	3858,410
gaze	80,686	1344,766	3902,480
fita crepe	53,950	539,100	7075,000
alumínio - papel	78,076	487,975	não permitida p/ met.
plástico não filme - pérolas	542,252	821,593	11126,000
papel	125,170	568,950	2949,330
luvas - látex	111,884	559,420	10214,500
plástico filme	9,236	46,180	10195,900
vidro - pérolas	1517,480	2529,133	0
Esparadrapo	147,830	739,150	6504,060

<i>Materiais</i>	<i>MEA (g/l)*</i>	<i>ME (g/l)**</i>	<i>PC (J/g)***</i>
algodão	27,718	461,966	3911,200
gaze	86,640	1444,000	3917,410
fita crepe	57,650	576,500	7059,290
alumínio - papel	84,864	530,040	não permitida p/ met.
plástico não filme - pérolas	540,526	818,978	11111,600
papel	116,150	527,945	2934,660
luvas - látex	104,822	524,110	10207,300
plástico filme	10,462	52,310	10208,000
Vidro - pérolas	1513,422	2522,370	0
Esparadrapo	149,730	748,650	6502,160

<i>Materiais</i>	<i>MEA (g/l)*</i>	<i>ME (g/l)**</i>	<i>PC (J/g)***</i>
algodão	27,214	453,566	3864,080
gaze	81,958	1365,960	3869,000
fita crepe	56,030	560,030	7060,360
alumínio - papel	77,072	481,700	não permitida p/ met.
plástico não filme - pérolas	551,826	836,100	11132,500
Papel	124,530	566,045	2943,180
Luvas - látex	112,700	536,500	10243,500
plástico filme	12,218	61,090	10193,300
vidro - pérolas	1518,080	2530,133	0
Esparadrapo	155,490	777,450	6536,240

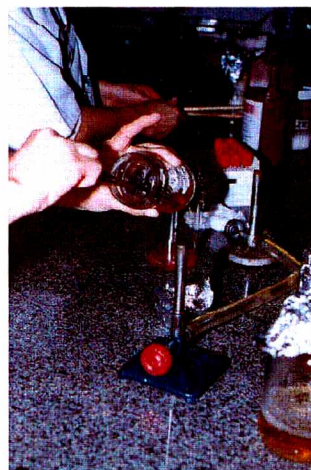
*Massa específica aparente **Massa específica ***Poder calorífico

9 - REGISTROS FOTOGRÁFICOS DA AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA

9.1 –FRAÇÃO SÓLIDA



9.2 –FRAÇÃO LÍQUIDA (1)



9.3 - FRAÇÃO LÍQUIDA (2)



9.4 – *RESÍDUO TIPO*



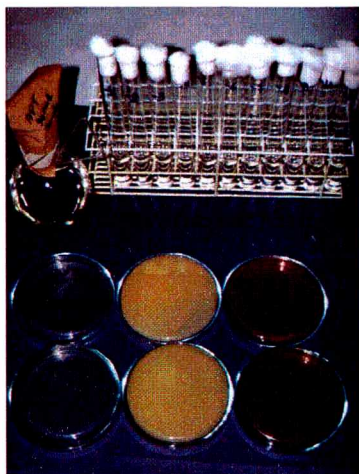
9.5 – INCUBAÇÃO DO *RESÍDUO TIPO* NA ESTUFA PARA BOD



9.6 – *RESÍDUO TIPO* NO AGITADOR ORBITAL



9.7 –MATERIAIS
UTILIZADOS PARA
DILUIÇÕES
SERIADAS E
SEMEADURA EM
PLACAS*



* após testes iniciais, o meio
ÁGAR MACKONKEY
(vermelho) foi substituído pelo
meio ÁGAR CHROMOCULT

9.8 –TUBO DE
DILUIÇÃO NO
AGITADOR
VORTEX



9.9 – ADIÇÃO DA ALÍQUOTA DE
DILUIÇÃO À PLACA



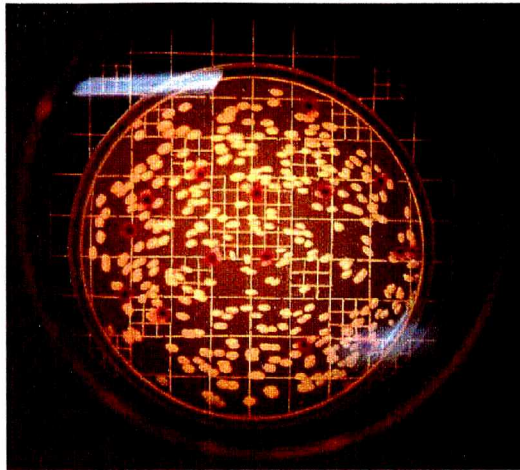
9.10 – DISTRIBUIÇÃO DA
ALÍQUOTA NA SUPERFÍCIE
DA PLACA



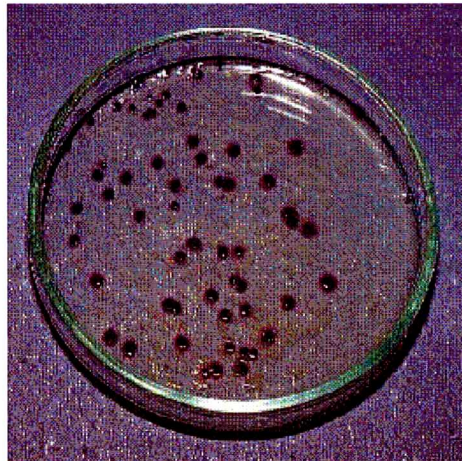
9.11 – ESTUFA
BACTERIOLÓGICA
PARA PLACAS



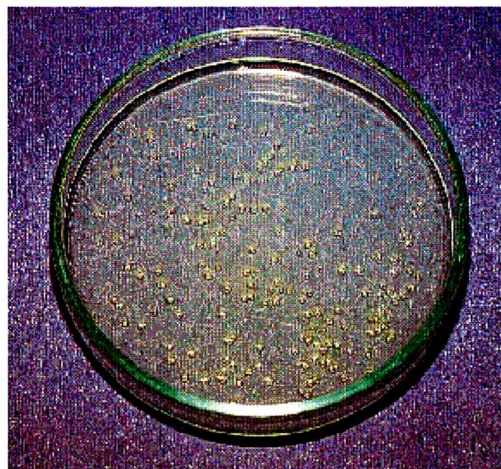
9.12 –CONTADOR DE COLÔNIAS



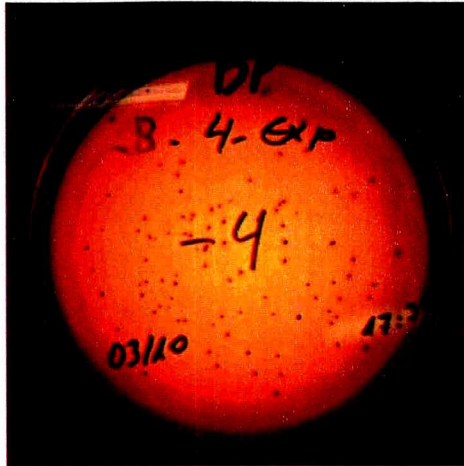
9.13 – *E. coli*



9.14 – *P. aeruginosa*



9.15 – *S. aureus*



9.16 – *E. coli*, *P. aeruginosa* e *S. aureus*



10 – TERMO DE CONVÊNIO PARA COLABORAÇÃO CIENTÍFICA ENTRE LACEN E LARESO



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL



Florianópolis, 10 de Agosto de 1999.

Ofício ENS 060

Ofício Lareso 006

Sr. Jorge Sidney Abrahão, Diretor Geral
Laboratório Central de Saúde Pública de Santa Catarina
Florianópolis, SC

Senhor Diretor,

O projeto de pesquisa intitulado "valorização de resíduos hospitalares - avaliação do potencial de risco de contaminação" tem por objetivo básico *analisar experimentalmente a evolução espacial e temporal (em termos microbiológicos) de resíduos de serviços de saúde considerados infecciosos*.

Este projeto foi aprovado pelo PROSAB (programa de saneamento básico) com apoio do CNPq (processo 521116/98-80) e da FINEP (referência 0939/98) para ser desenvolvido junto ao Departamento de Engenharia sanitária e Ambiental (especificamente no Laboratório de Pesquisas em Resíduos- LARESO) da UFSC.

O Laboratório Central de Saúde Pública de Santa Catarina (LACEN), é o órgão de referência no estado na identificação e contagem microbiológica.

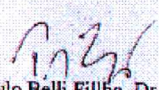
A participação do LACEN na pesquisa citada asseguraria a credibilidade dos resultados e permitiria a divulgação nacional do alto nível dos trabalhos ali desenvolvidos. Neste sentido, vimos por meio deste propor o estabelecimento de um processo de cooperação científica entre o departamento de engenharia sanitária e ambiental e o LACEN, onde as seguintes atribuições caberiam a cada uma das partes :

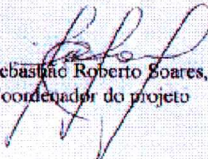
Ao Departamento de engenharia sanitária e ambiental/LARESO :

- Fornecer as amostras de resíduos devidamente preparadas ;
- Fornecer os líquidos que serão adicionados: urina, sangue, povidine e soro ;
- Fornecer os meios de culturas necessários ;
- Fornecer, em forma de doação, vidrarias conforme lista em anexo ;
- Intervir junto ao CNPq para buscar a concessão de uma bolsa de apoio técnico ;
- Incluir o LACEN e nominalmente, Cristina M. M. Oliveira, Rita de Cássia C. Bertoni e Sandra Christakis, em qualquer divulgação científica que utilize resultados ou metodologia envolvidos no citado trabalho

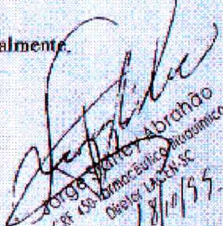
Ao LACEN :

- Esterilizar as amostras de resíduos sólidos ;
- Adicionar os líquidos nas proporções especificadas ;
- Fornecer e inocular as bactérias de interesse (*E. coli*, *P. aeruginosa*, *S. aureus*) ;
- Fazer as contagens, nos tempos e datas pré determinados (em anexo) ;
- Fornecer os resultados na forma de laudo.



Paulo Belli Filho, Dr
Chefe do Depto. de Eng. Sanitária e Ambiental



Sebastião Roberto Soares, Dr
Coordenador do projeto


Cordialmente,


Jorge Sidney Abrahão
Dir. do Laboratório Central de Saúde Pública
18/08/99

Nós, abaixo assinadas, estamos de acordo com o *Ofício ENS 060* e *Ofício LARESO 006*.


Cristina M. M. de Oliveira


Rita de Cássia C. Bertoncini


Sandra Christakis

11 - LAUDO DAS ANÁLISES DO LACEN



Estado de Santa Catarina
Secretaria de Estado da Saúde
Laboratório Central de Saúde Pública

RESULTADO DAS CONTAGENS BACTERIANAS DO " RESÍDUO TIPO "

Staphylococcus aureus

Período de Incubação (h)	Série I UFC/g	Série II UFC/g	Série III UFC/g	Série IV UFC/g
0	10^8	10^8	10^{12}	10^{13}
6	$4,8 \times 10^6$	$8,1 \times 10^6$	$1,5 \times 10^7$	$1,8 \times 10^7$
12	$4,4 \times 10^7$	$1,2 \times 10^8$	$1,2 \times 10^8$	$9,7 \times 10^7$
24	$3,7 \times 10^7$	$1,2 \times 10^8$	$8,0 \times 10^7$	$2,0 \times 10^8$
48	$3,1 \times 10^7$	$9,7 \times 10^6$	$6,2 \times 10^7$	$1,5 \times 10^8$
72	$5,1 \times 10^7$	$3,2 \times 10^7$	$1,6 \times 10^7$	$1,1 \times 10^8$
96	$6,4 \times 10^6$	$1,2 \times 10^7$	$5,8 \times 10^7$	$5,5 \times 10^7$
120	$3,4 \times 10^6$	$2,3 \times 10^5$	$5,4 \times 10^6$	$6,3 \times 10^6$
144	$2,5 \times 10^6$	$1,5 \times 10^6$	$4,8 \times 10^6$	$1,6 \times 10^7$
168	$3,6 \times 10^6$	$1,3 \times 10^6$	$3,8 \times 10^6$	$4,4 \times 10^6$
192	$3,7 \times 10^5$	$2,4 \times 10^6$	$1,5 \times 10^6$	$6,9 \times 10^6$
240	$9,3 \times 10^5$	$2,2 \times 10^5$	$5,7 \times 10^5$	$2,0 \times 10^6$
384	$5,8 \times 10^6$	$1,6 \times 10^6$	$2,3 \times 10^5$	$8,3 \times 10^5$

Pseudomonas aeruginosa

Período de Incubação (h)	Série I UFC/g	Série II UFC/g	Série III UFC/g	Série IV UFC/g
0	10^9	10^9	10^7	10^{16}
6	$1,2 \times 10^5$	$1,5 \times 10^7$	$1,1 \times 10^5$	$1,3 \times 10^7$
12	$2,3 \times 10^6$	$5,3 \times 10^{10}$	$2,7 \times 10^8$	$6,8 \times 10^7$
24	$9,8 \times 10^{10}$	N.R	$8,8 \times 10^9$	$3,5 \times 10^8$
48	$6,6 \times 10^9$	$4,7 \times 10^{16}$	$9,0 \times 10^{10}$	$7,5 \times 10^{11}$
72	$9,0 \times 10^{13}$	$3,6 \times 10^{10}$	$1,7 \times 10^8$	$7,7 \times 10^9$
96	$3,3 \times 10^{12}$	$8,2 \times 10^5$	$5,0 \times 10^9$	$1,5 \times 10^{10}$
120	$7,8 \times 10^9$	$2,9 \times 10^8$	$5,6 \times 10^9$	$1,6 \times 10^{12}$
144	$9,9 \times 10^{10}$	$5,8 \times 10^9$	$1,3 \times 10^7$	$2,7 \times 10^{12}$
168	$4,9 \times 10^8$	$5,9 \times 10^7$	$8,8 \times 10^9$	$7,2 \times 10^{13}$
192	$6,3 \times 10^8$	$6,0 \times 10^8$	$4,0 \times 10^7$	$4,7 \times 10^7$
240	$1,4 \times 10^8$	$7,6 \times 10^9$	$4,8 \times 10^7$	$1,5 \times 10^{11}$
384	$4,4 \times 10^8$	$3,9 \times 10^7$	$8,5 \times 10^7$	$2,4 \times 10^{13}$

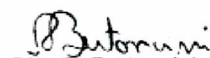
N.R. - não realizada por problemas técnicos.

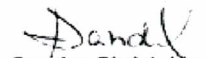
Escherichia coli

Período de Incubação (h)	Série I UFC/g	Série II UFC/g	Série III UFC/g	Série IV UFC/g
0	10^7	10^7	10^{13}	10^{13}
6	$6,2 \times 10^7$	N.R.	$8,7 \times 10^7$	$1,1 \times 10^8$
12	$8,6 \times 10^6$	$6,4 \times 10^5$	$2,9 \times 10^9$	$9,2 \times 10^8$
24	$9,7 \times 10^5$	$5,7 \times 10^5$	$4,7 \times 10^9$	$6,5 \times 10^{11}$
48	$5,4 \times 10^5$	$3,0 \times 10^9$	$6,0 \times 10^{10}$	$1,4 \times 10^{11}$
72	$5,7 \times 10^4$	$5,5 \times 10^{10}$	$1,1 \times 10^9$	$5,5 \times 10^{10}$
96	$6,7 \times 10^{10}$	$9,9 \times 10^5$	$5,1 \times 10^{11}$	$3,2 \times 10^{10}$
120	$3,3 \times 10^{10}$	$5,1 \times 10^5$	$7,5 \times 10^9$	$6,2 \times 10^{10}$
144	$7,7 \times 10^9$	$2,6 \times 10^7$	$2,0 \times 10^9$	$3,2 \times 10^{10}$
168	$1,2 \times 10^8$	$1,4 \times 10^8$	$4,9 \times 10^9$	$4,2 \times 10^9$
192	$3,8 \times 10^6$	$4,5 \times 10^8$	$4,9 \times 10^9$	$3,6 \times 10^8$
240	$8,3 \times 10^6$	$3,2 \times 10^5$	$4,1 \times 10^6$	$4,6 \times 10^9$
384	$8,6 \times 10^7$	$9,0 \times 10^4$	$3,7 \times 10^5$	$3,6 \times 10^9$

N.R. – não realizada por problemas técnicos


Cristina M. M. de Oliveira
Farm. Bioquímica


Rita C. Bertoni
Farm. Bioquímica


Sandra Christakis
Farm. Bioquímica